GRAĐEVINAR

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA
I TEHNIČARA N. R. HRVATSKE

SADRŽAJ

GOD. VII PROSINAC 1955 BROJ 6

»GRAĐEVINAR« IZLAZI U VEĆEM FORMATU 6 PUTA GODIŠNJE. — PRETPLATA na cijelu godinu iznosi Din 600.—, na pola godine Din 300.—, pojedini broj Din 100.—. Za poduzeća god. pretplata Din 900.—. Tekući račun kod Narodne banke FNRJ, filijale Zagreb br. 402-T-812. — Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH. — Rukopisi se šalju uredništvu »Građevinara«, Zagreb, Berislavićeva ul. 6, telefon 33-325. — Uređuje redakcioni odbor, Katančićeva ul. 5. — **DOPISE I ČLANKE** treba uredništvu dostaviti u dva primjerka pisana strojem, u originalu i jednoj kopiji, pisano s razmakom između redaka. Pisati treba samo na jednoj stranici lista. Crteže i opise na njima treba izraditi crnim tušem na prozirnom ili glatkom bijelom papiru, tako da umanjeni na stranicu časopisa budu jasni i čitljivi. Pretanke crte, sitna slova i brojke ne smiju se upotrebljavati. Fotografije moraju biti jasne. Objavljeni radovi se honoriraju, rukopisi ne vraćaju.

GRAĐEVINAR

ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA
I TEHNIČARA N. R. HRVATSKE

GLAVNI UREDNIK

ING. FRANJO SIMIĆ

GOD. VII 1955

GRAĐEVINAR

GOD. VII PROSINAC 1955 BROJ 6

IZLOŽBA GRAĐEVINARSTVA N. R. HRVATSKE

U čast desetgodišnjice oslobođenja zemlje otvorena je 26 XI ove godine u Zagrebačkom velesajmu izložba građevinarstva N. R. Hrvatske. Svečanom otvorenju pored brojnih predstavnika društvenih i političkih organizacija prisustvovali su potpretsjednik Izvršnog vijeća Hrvatske Ivan Krajačić, organizacioni sekretar CK Saveza komunista Hrvatske Zvonko Brkić, predsjednik Republičkog vijeća Sabora dr. Zlatan Sremec, predsjednik Odbora za organizaciju vlasti i uprave Republičkog vijeća Vicko Krstulović, članovi Izvršnog vijeća Marko Belinić, Franjo Gaži, Čedo Grbić, Antun Pavlinić, državni podsekretari za privredu Hrvatske ing. Ernest Dajč i Jure Bilić, direktor Direkcije Jugoslavenskih željeznica Franjo Culjak, direktor Uprave za vodoprivredu ing. Ivo Milković, predstavnik Građevinske komore FNRJ Jakov Bijelić, predsjednik Udruženja građevinskih poduzeća Hrvatske ing. Mišo Bauer, predstavnik Narodnog odbora grada Zagreba ing. Milan Perc, direktori najvećih građevnih i projektnih poduzeća NR Hrvatske ing. Boris Bakrač, ing. Veljko Kauzlarić, ing. Nenad Petrović, Zvonko Petrinović, ing. Simo Kudiš, ing. Vinko Dvornik, ing. Stjepan Diklić, ing. Leo Babić, velik broj profesora Tehničkog fakulteta u Zagrebu i drugi.

Izložbu je otvorio i goste pozdravio predsjednik Društva inženjera i tehničara Hrvatske ing. Stjepan Lamer. U ime Izvršnog vijeća Hrvatske govorio je o značenju izložbe Antun Pavlinić, koji je naročito podvukao ulogu građevinarstva u obnovi i izgradnji naše zemlje i to ilustrirao nizom podataka iz pojedinih grana građevinske djelatnosti u našoj republici. Poslije govora druga Pavlinića gosti su razgledali izložbu.

Izložbu građevinarstva NR Hrvatske organiziralo je Društvo inženjera i tehničara Hrvatske uz svestranu pomoć narodnih odbora, državnih ustanova, Tehničkog fakulteta, Društva arhitekata, Udruženja građevinskih poduzeća, Zemaljskog odbora građevinara, Udruženja industrije građevinskog materijala i Udruženja projektnih organizacija.

Treba odati priznanje svim navedenim organizacijama, ustanovama i poduzećima za njihov požrtvovani rad na što boljoj organizaciji izložbe. Tek jedna ovako široka suradnja omogućila je da izložba postane istinski prikaz i bilans desetgodišnjeg perioda našeg građevinarstva. Na izložbi prikazane su sve grane građevne djelatnosti.

Razvitak našeg građevinarstva najuže je povezan s periodom obnove naše zemlje u prvim poslijeratnim godinama i njenim naglim razvojem u kasnijem periodu. Da bi se moglo obnoviti sve ono što je tokom rata porušeno i da bi se moglo ispuniti one zadatke, koje su si naši narodi postavili u cilju što brže industrijalizacije, elektrifikacije i podizanja privredne snage naše zemlje, trebalo je u prvom redu graditi. Nije čudo da je upravo građevinarstvo bilo ona struka, gdje je trebalo savladati ogromne zapreke, rješavati niz problema, i gdje je uloženo maksimum truda i napora, kako od naših radnih ljudi i naše omladine, tako i od često malobrojnog stručnog građevinskog kadra. Kad prolazimo izložbenim prostorijama i vidimo niz impozantnih novih objekata i druge ogromne uspjehe svih grana našeg građevinarstva u proteklih deset godina, onda se možemo osjećati ponosnim, a sve teškoće i nedostaci u našem građevinarstvu postaju sitni pred rezultatima koji su postignuti. Najveća vrijednost ove izložbe je u tome, da su na jednom mjestu fiksirani rezultati desetgodišnjeg rada u građevinarstvu i da je na zoran način prikazano što ti rezultati znače za naš razvoj, za podizanje ekonomskog potencijala naše zemlje i životnog standarda naših radnih ljudi. O toj stvari rječito govore svi dijelovi izložbe i zato ovu izložbu može s interesom pratiti svaki naš građanin bez obzira na zanimanje.

Osvrnut ćemo se na izložbeni materijal redom kako je izložen po granama građevinske djelatnosti.

Ulaz u izložbene prostorije vrlo je ukusno uređen nizom velikih i manjih fotografija i grafikona i vitrinama sa stručnom građevinskom štampom. U sredini se nalazi kip Predsjednika Republike maršala Tita, sadreni odljev poznatog djela našeg majstora kipara Augustinčića.

Tik ulaza smješteni su eksponati stručnog školstva. Interesantni su neki podaci s grafikona. U periodu od 1945—1955 diplomiralo je na Tehničkom fakultetu u Zagrebu 796 inženjera i arhitekata, a u srednjim tehničkim školama diplomirala su 1183 tehničara.

Urbanistička djelatnost NRH vidi se iz niza fotografija, maketa i nacrta. Jasno je da su to samo fragmentarni prikazi, koji međutim dovoljno govore o velikim naporima koji su učinjeni u toj oblasti. Nijedna grana građevinske djelatnosti nije imala toliko teškoća da održi korak sa zahtjevima koje je nametnuo brzi razvoj naše obnove i izgradnje kao urbanistička. Bilo je na tom području traženja, lutanja, uspjeha, neuspjeha i nerazumi-

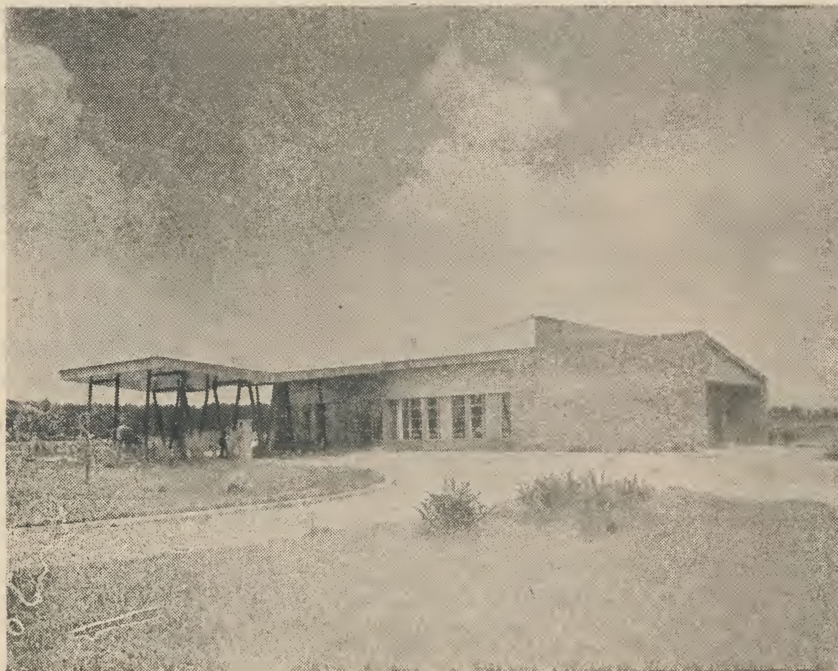
jevanja s mnogih strana. Nakon desetgodišnjeg rada naš se urbanizam konačno afirmirao i uspio postaviti jasnije perspektive na temelju naših realnih mogućnosti. Na tom dijelu izložbe ističu se industrijskim mjestima i u manjim i većim gradovima onesposobljeno 42 800 stambenih zgrada. Uz državnu potporu, s dobrovoljnom radnom snagom i djelomično besplatnim korišćenjem mate-



Sl. 1
Osnovna škola
u Mesićevoj ulici u Zagrebu

urbanistička rješenja novog dijela Zagreba, Zadra, Makarske, luke i naselja Ploče.

Izgradnja stambenih objekata prikazana je fotografijama, koje ne pretendiraju na potpun prikaz rijala iz lokalnih izvora obnovljeno je 62 600 stambenih zgrada na selu. Osim toga obnovljeno je i adaptirano u gradovima, industrijskim i kotarskim mjestima 55 000 stambenih zgrada sa 3 735 000



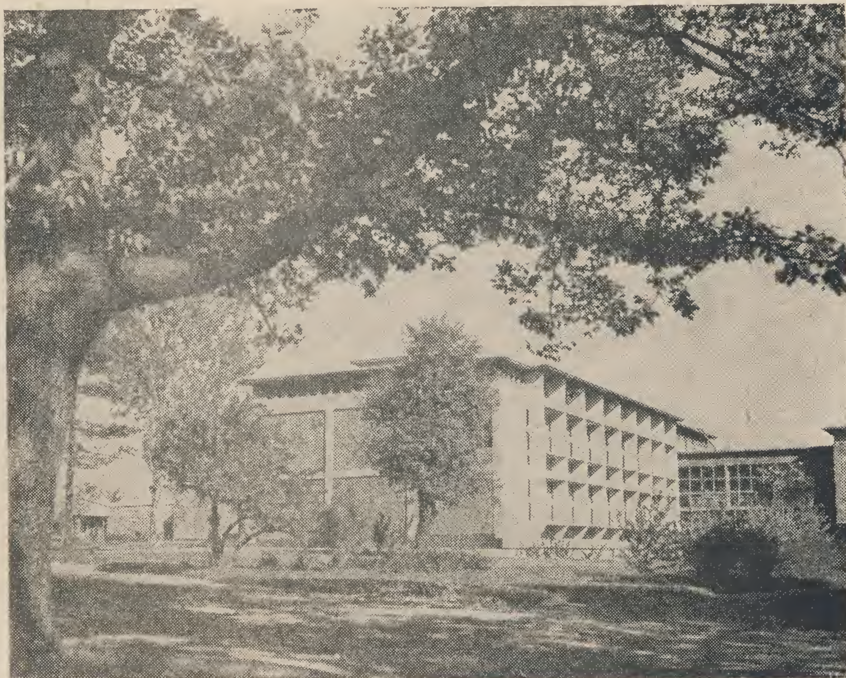
Sl. 2
Servisna stanica
u Novskoj

izvršenih radova u ovoj oblasti, ali ipak daju izvjestan pregled dostignuća na tom području. Treba se sjetiti da je za vrijeme rata razrušeno 2530 sela sa 65 500 stambenih zgrada, a u kotarskim i m² stambene površine. Novih stambenih objekata izgrađeno je 51 400 sa 3 225 000 m².

Taj sektor građevinske djelatnosti dobija veliko značenje danas, kad naša zemlja posvećuje naro-

čitu pažnju što bržem podizanju životnog standarda radnih ljudi. Pred arhitektima i građevincima stoji u prvom redu zadatak da nađu takova projektna rješenja stambenih zgrada, koja će s jedne strane dati našim radnim ljudima udobne stanove, a s druge strane voditi računa o što jeftinijem građenju. Na tom principu već su sada naši arhitekti i građevinari dali niz vrlo uspješnih rješenja, bilo na bazi velikih stambenih blokova, kao na pr. u Beogradskoj ulici u Zagrebu, ili na bazi malih stambenih zgrada sa dva ili tri stana.

Javni objekti prikazani su u nekoliko grupa: bolnice, škole, administrativno-upravne zgrade, turistički objekti. Adaptirano je 167 bolnica sa 60 000 m² tlocrtne površine, a novo izgrađeno 78 bolničkih objekata sa 26 000 m² tlocrtne površine.

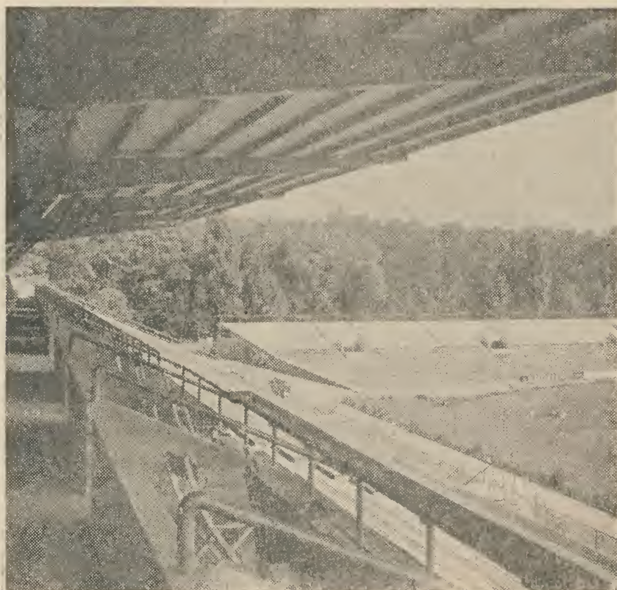


Sl. 3
Institut »Ruđer Bošković«
u Zagrebu



Sl. 4
Maketa sportskih površina
u Maksimiru

Ti novi objekti još nisu postigli potrebni standard. Većinom na jedan krevet otpada 5 m² izgrađene površine, dok jugoslavenska norma iznosi 7,5 m², a svjetska 10 m² po krevetu. Deficit bolničkih



Sl. 5 — Stadion Dinama u Zagrebu

kreveta u NR Hrvatskoj je još uvijek velik, a naročito u duševnim bolnicama. Od objekata vanbolničke službe ističu se domovi narodnog zdravlja. Nove domove zdravlja dobili su Varaždin, Krapina, Klanjec, Kutina, Garešnica, Grubišno Polje,



Sl. 6 — Tvornica »Jedinstvo« u Zagrebu

Slunj, Čazma, Imotski i Križevci. Potpuno dovršeni su domovi u Poreču, Pazinu, Bujama, Drnišu, Otočcu, Brinju, Dugoj Resi, Sisku, Vrginmostu, Donjoj Stubici i Zlataru.

Problem izgradnje školskih zgrada vrlo je kompliciran. Dok zahtjevi moderne nastave traže veoma skupe građevne realizacije, dotle je pomanjkanje školskog prostora toliko akutno, da se u našim prilikama nameće prvenstveno zadatak proširenja školskog prostora uz što manje financijskih izdataka. Jasno je da naša školska arhitektura stojeći u procjepu kvaliteta i kvantiteta mora da rješava veoma teške probleme. Školski objekti prikazani na izložbi pokazuju da u tom pravcu još nismo našli odgovarajuća rješenja, i da se kod mnogih školskih zgrada u prvom redu nastojalo riješiti problem kvalitete uz zapostavljanje financijske strane izgradnje. Svakako među najljepše škole na izložbi spadaju osmogodišnja škola u Mesićevoj ulici i gimnazija na Trešnjevki, obje u Zagrebu. Ali izgradnja tih škola tražila je vrlo velika financijska sredstva.

Od naučnih instituta izgrađenih u našoj republici najinteresantniji su Institut »Ruđer Bošković« i Brodarski institut. Oba objekta su arhitektonski vrlo originalno i lijepo riješena, naročito vodotoranj kod »Ruđer Boškovića« i drvena kupola Brodarskog instituta.

U periodu od 1945—1955 izgrađeno je 1120 zgrada za prosvjetu i kulturu, od toga 800 osnovnih škola.

Upravno-administrativnih zgrada adaptirano je 852 sa 178 000 m² tlocrtne površine, a novo izgrađeno 380 zgrada sa 228 000 m² tlocrtne površine. Na izložbi se ističu fotografije Kotarskog narodnog odbora u Slavonskom Brodu.

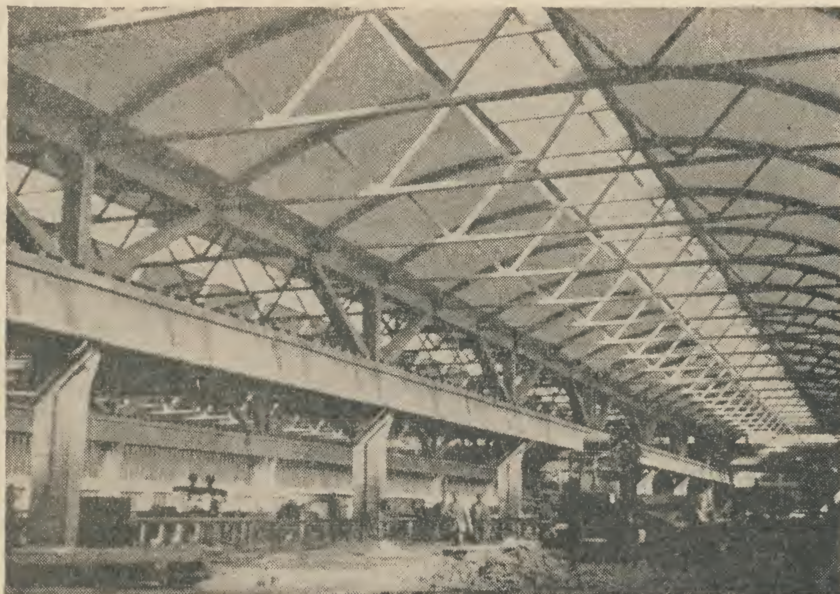
Turističkih objekata adaptirano je 150, a novo izgrađeno je 75. Na temelju izloženih eksponata teško se može dati odgovor, gdje na tom području treba tražiti najuspjelija rješenja. Od malih objekata zapažaju se pumpne i servisne stanice na autoputu. Od uspjelih javnih objekata treba spomenuti zgradu Velesajma u kojoj se nalazi izložba.

Sportskih objekata adaptirano je i rekonstruirano 612 sa 990 000 m² površine, a novo izgrađenih ima 970 sa 1 700 000 m² površine. Od cjelokupne površine koja služi u sportske svrhe 93% otpada na nogometna igrališta, njima se služi 15 000 nogometaša, dok svega 7% površine otpada na 110 000 pripadnika drugih grana sporta. Taj nesrazmjer još više umanjuje i onako nedovoljne površine za fizički odgoj naše omladine i našeg stanovništva.

Najveći objekat tog dijela izložbe je stadion Dinama u Zagrebu, a vjerojatno najuspjelije kupalište »Puntamika« u Zadru, koje je dobilo prvu nagradu na Biennalu u Sao Paolu. Spomenut ćemo još veslački dom »Gusara« u Splitu i zimsko plivalište u Zagrebu, koje se nalazi u gradnji.

Na izložbi je dato naročito mjesto rezultatima desetgodišnje izgradnje velikih industrijskih objekata, koji bitno utječu na podizanje industrijskog potencijala naše zemlje. Na području obnove i izgradnje naše industrije učinjeno je veoma mnogo. Adaptirano je, rekonstruirano i popravljeno 1 116 industrijskih zgrada sa 440 000 m² površine. Izgrađeno je 2 900 novih zgrada za industriju sa 1 063 000 m² površine.

S nizom veoma uspjelih fotografija, nacrta ili maketa prikazane su Tvornica električnih strojeva »Rade Končar«, Željezara Sisak, Elektroliza i valjaona aluminija »Boris Kidrić« Ražine, Industrija tvornice cementa u splitskom bazenu i Umagu, te niz drugih važnih industrijskih objekata. Brodogradilišna industrija zastupana je fotografijama poduzeća »Uljanik« u Puli i »3. Maj« na Rijeci.



Sl. 7
Željezara Sisak, valjaonica bešavnih cijevi

lokomotiva, strojeva i mostova »Đuro Đaković« u Slavonskom Brodu, Tvornica plastičnih masa Jugovinil u Kaštel Sućurcu, Tvornica parnih kotlova, Tvornica alatnih strojeva »Prvomajska«, Tvornica uređaja za prehranbenu i kemisku industriju »Jedinstvo« u Zagrebu, tekstilne tvornice »Dalmatinka« u Sinju i »Varteks« u Varaždinu, Jugokeramika u Pojatnu, Fotokemika u Zagrebu i Samoboru, Tvornica lijekova »Pliva« u Zagrebu, šećerana Županja, Radiona Sesvetski Kraljevac,

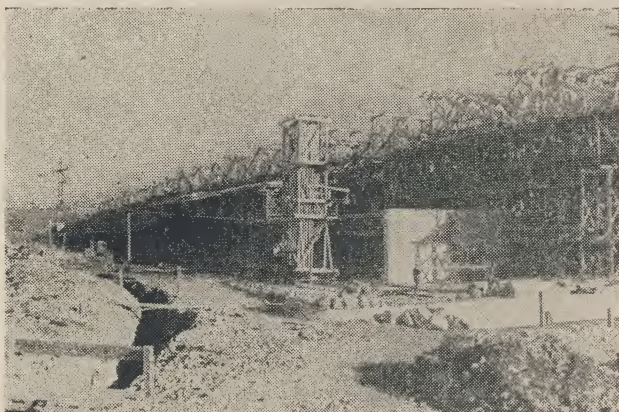
Projektni zavodi Hrvatske projektirali su i veći broj krupnih industrijskih postrojenja za Bosnu i Hercegovinu. Izložene su fotografije Tvornice celuloze u Maglaju, Tvornice drvenih ploča u Blažuju i neke druge. Projektni zavod »Plan« dao je kartu na kojoj su ucrtani svi objekti projektirani po tom zavodu na teritoriju Jugoslavije.

Gledajući mnoga vrlo lijepa i ukusna rješenja u izgradnji naših industrijskih objekata, treba ipak postaviti pitanje, da li smo na tako važnom



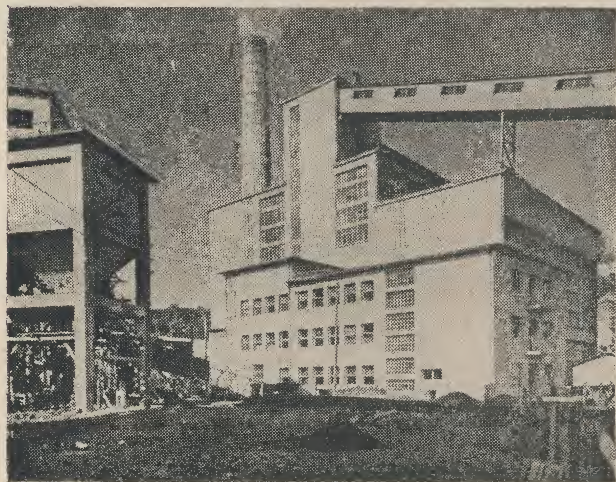
Sl. 8 — Tvornica »Rade Končar« u Zagrebu

sektoru našeg građevinarstva našli najbolji i najrentabilniji put. Ne može se negirati ulogu svijetlih, higijenskih i ugodnih radnih prostorija za podizanje produktivnosti rada u industriji i za stvaranje takvog miljea, koji će sam po sebi olakšati i našim zaostalijim radnicima prisvajanje pravog socijalističkog odnosa prema radu, ali nam ipak sadašnje naše privredno stanje nalaže, da upravo na tom sektoru gradimo najekonomičnije, uzimajući u prvom redu u obzir rentabilnost proizvodnje projektiranih industrijskih objekata. U tom pravcu stoje pred našim građevinskim stručnjacima u idućem periodu veliki zadaci.



Sl. 9 — Tvornica lakih metala »Boris Kidrič«, Šibenik u drugoj godini rada

Od 1945 do 1955 izgrađene su na području NR Hrvatske hidroelektrane »Nikola Tesla« (Vinodol), Zavrelje i Ozalj II s godišnjim kapacitetom od 216 milijuna kWh i termoelektrane Konjščina, Županja i Jugovinil s kapacitetom od 149 milijuna kWh godišnje. U gradnji se nalaze hidroelektrane Gojak, Peruča i Miljacka (Manojlovac) s predviđenom proizvodnjom od 471 milijun kWh godišnje i termoelektrana Konjščina, gdje će se kapacitet povećati za 100 milijuna kWh. Elektrane koje su izgrađene ili su u gradnji ne mogu zadovoljiti potrebe na električnoj energiji u Hrvatskoj, jer potrošnja raste brže od proizvodnje. Dok se proizvodnja električne energije povećala u periodu od 1939 do 1955 za 94%, potrošnja je porasla za 118%. Na izložbi su istaknute velike mogućnosti za povećanje proizvodnje hidroenergije u Hrvatskoj. Računa se da područje Hrvatske može proizvesti 12,5 milijardi kWh. Prema izloženom nacrtu samo sliv Cetine može dati preko 3 milijarde kWh, a HE Senj 1,2 milijarde kWh godišnje. Pregledno izrađene makete pojedinih elektrana, naročito HE Gojak, sliva Cetine, HE Split, zemljane brane Peruča i termoelektrane Osijek, karta Jugoslavije sa elektranama i njihovom budućom povezanošću u jedinstven energetski sistem, te podaci i fotografije o radu naših stručnjaka u Burmi privlače pažnju posjetilaca. Za prijenos električne energije obnovljeno je 1 730 km dalekovoda, dok je novih dalekovoda sagrađeno 1930 km. Izložbeni prostor energetskih objekata popunjen je lijepo izrađenim modelima pojedinih tipova stupova za dalekovode.



Sl. 10 — Termocentrala Konjščina

Od luka u našoj republici najvažnija je Rijeka, preko koje se odvijaju dvije trećine prekomorskog prometa. Ona je u toku rata bila potpuno razrušena i nakon rata postepeno obnovljena, proširena i mehanizirana. Od drugih luka treba spomenuti izgradnju luke Ploče, operativnih obala u Šibeniku i splitske sjeverne luke. Sve te radove izvodila su naša pomorska građevna poduzeća po nacrtima naših projektanata. Veliki uspjeh postiglo je Pomorsko građevno poduzeće u Splitu dobivši na međunarodnoj licitaciji izvedbu glavne sirijske luke Latakija. Maketa ove luke, dar naših radnih ljudi u Latakiji predsjedniku Titu, izložena je na izložbi.

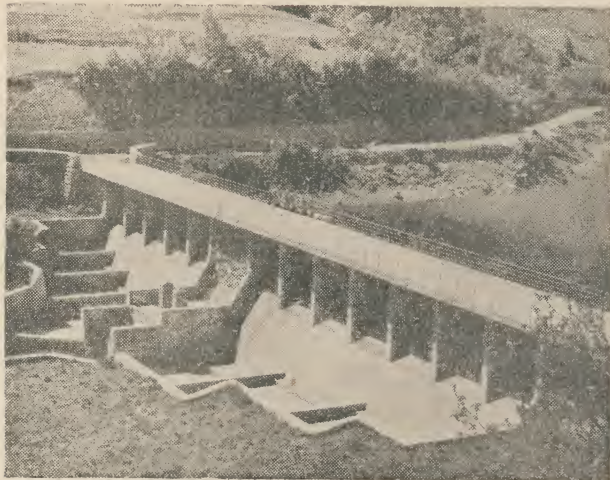
Od plovnih putova i riječnih luka ističu se fotografije nove obale u Vukovaru, luke u Osijeku i regulacije Save za plovidbu kod malog vodostaja.

Ukupna dužina cesta I i II reda u NR Hrvatskoj 1955 godine iznosi 8726 km. Poslije rata, 1945 godine, bilo je 4600 km cesta onesposobljenih za promet. Te ceste osposobljene su u roku od godine dana. Zatim se prešlo na modernizaciju postojećih cesta, na izgradnju suvremenih kolovoza i na rekonstrukciju pojedinih loših poteza cestovne mreže. Dok je 1945 godine bilo svega 460 km cesta sa suvremenim kolovozom, poslije Oslobođenja, sagrađeno je 720 km modernih putova. Na preglednim kartama prikazano je stanje cesta 1945 i 1955 godine.

Nizom veoma ukusno izabranih fotografija prikazani su glavni objekti kao što su cesta Karlovac —Rijeka, Rijeka—Pula, Solin—Klis i Jadranska turistička cesta. Nedostaje prikaz autoputa Zagreb —Beograd.

Uz ceste nadovezuje se na izložbi materijal iz obnove i izgradnje cestovnih mostova. U ratu je porušeno 613 mostova u duljini od 18 551 m. Obnova tih mostova, odnosno uspostava prijelaza po-

moću provizorija postali su jedan od najhitnijih zadataka nakon rata. Taj veliki posao izvršen je uz pomoć Armije u vrlo kratkom roku, tako da su već 1945 godine što definitivno, što provizorno obnovljena 583 mosta u dujlini od 15 337 metara. Koncem 1947 ostalo je za definitivnu obnovu još



Sl. 11 — Brana vinodolske centrale u Fužinama

svega 590 metara cestovnih mostova. Tu treba istaći da se kod obnovljenih mostova radi većinom o drvenim konstrukcijama, koje će u idućem periodu trebati zamijeniti stalnim objektima iz betona ili čelika. U toku prošlih deset godina izgrađeno je 3336 metara novih mostova.

Fotografije na izložbi prikazuju obnovljene mostove, novoizgrađene mostove, odnosno mostove koji se nalaze u izgradnji. Ističu se neki objekti



Sl. 12 — Hidrocentrala »Nikola Tesla«, Tribalj

na autoputu, most preko Zrmanje u Obrovcu, preko Struga kod Novske, preko Krke u Skradinu, preko Kupe u Brodu, preko Bosuta u Vinkovcima, preko Save kod Gradiške, preko Dobre kod Vukove Gorice, most između Sušaka i Rijeke, nadvožnjak u Kantridi, most preko Krke u Kninu, preko Krapine u Zaprešiću, preko Česme na autoputu i još mnogi drugi. Danas se nalazi u izgradnji niz velikih mostova, kao što su most na Savi kod Trnja i Jankomira, na Cetini u Omišu, na Korani u Slunju, na Mirni u Novigradu.



Sl. 13 — Cesta Karlovac—Rijeka

Kao makete su izrađeni mostovi preko Korane u Slunju, preko Like u Kosinju, preko Dobre na cesti Karlovac—Rijeka, preko Korane u Selištu, na Savi u Trnju i nadvožnjak u Novskoj.

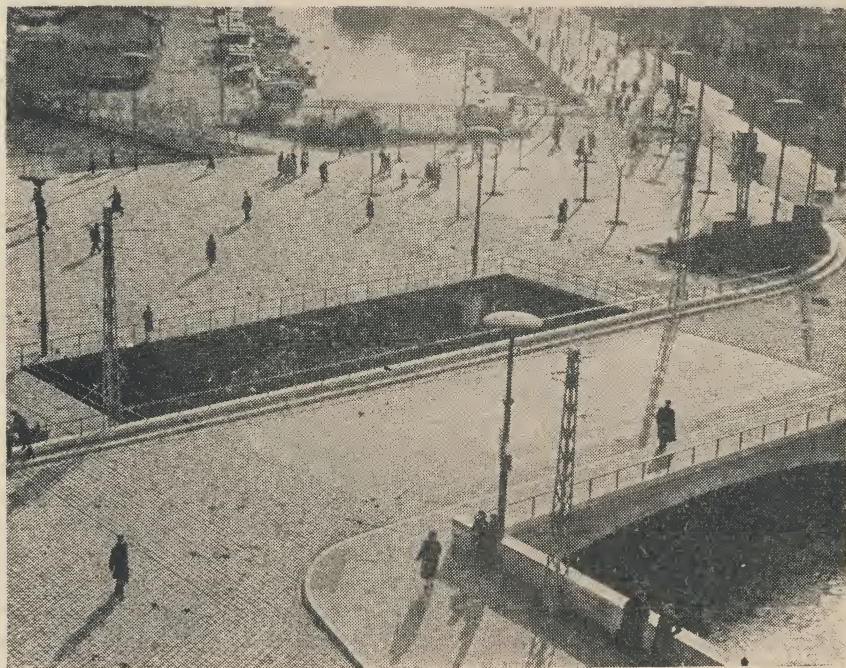
Na dijelu izložbe o obnovi i izgradnji željezničke mreže brojnim impresivnim fotografijama prikazana su oštećenja, koja je na tom sektoru ostavio okupator. Uz fotografije porušenih objekata odmah su prikazani i rezultati obnove. Po-



Sl. 14 — Jadranska turistička cesta

četkom 1941 godine bilo je 2 647 km pruga u eksploataciji, krajem rata 441 km, a 30 IV 1946 godine 2 595 km. Slični veliki uspjesi postignuti su i kod obnove propusta, mostova, tunela, stanica, zgrada i vodostanica.

Najveći novi objekti na željeznicama Hrvatske su pruga Lupoglav—Raša u dužini od 52 km, gradnja pruge Knin—Zadar 92 km i rekonstrukcija splitskog željezničkog čvora. Osim toga je Željezničko građevno poduzeće »Vladimir Gortan« izvelo u Bosni radove na pruzi Banjaluka—Doboj.



Sl. 15
Most između Rijeke i Sušaka

Od željezničkih mostova dovršeni su u proteklih deset godina mostovi na Dravi kod Varaždina i Osijeka, na Savi kod Zaprešića, Jasenovca i Brčkog, vijadukt Čupkovića, vijadukt na Krki, mostovi preko Kupe kod Siska i Karlovca, preko Like kod Gospića, preko Dobre kod Vrbovskog i



Sl. 16 — Most preko Zrmanje u Obrovcu

preko Mure kod Kotoribe i Murskog Središća, te mostovi na Rijeci.

Od proizvodnje za potrebe željeznice prikazana je izrada skretnica u Zagrebu i pragovi od prednapregnutog betona poduzeća »Jugobeton«.

Građevna industrija je u proteklom desetgodišnjem periodu isporučila našem građevinstvu velike količine građevnog materijala i osvojila mnogo novih građevnih proizvoda. Kako su veliki uspjesi u tome postignuti pokazuju nam veoma ilustrativno i pregledno razni izloženi materijali i grafikoni industrije glinenih proizvoda, industrije kamena, vapna i kamenih proizvoda, industrije cementa, tvornice »Katran« u Zagrebu, »Jugokeramike« u Pojatnom i »Jugomonta«, poduzeća za podizanje montažnih zgrada u Zagrebu.

Prije rata proizvodili smo 538 000 tona cementa, 1946 godine 348 000 tona, a 1954 godine 889 000 tona. Cigle smo 1938 proizveli 129 143 000 komada, a 1954 godine 215 420 000 komada. Zadaci koji stoje u budućnosti pred industrijom građevnog materijala veoma su značajni, naročito u pravcu osvajanja novih vrsta materijala.

Vodovodi i kanalizacije također su teško oštećeni ratom. Obnovljeno je 87 km vodovoda, 120 cisterni i velik broj pumpnih stanica. Izgrađeno je 160 km vodovoda i 6 000 m^3 rezervoarskog prostora. Vodom su snabdjevene gotovo sve nove tvornice. Od novih objekata treba spomenuti grupni vodovod dalmatinske Zagore, šibenski vodovod, proširenje istarskih vodovoda, vodovod na Cresu, sisački vodovod i osječki vodovod, koji se nalazi u gradnji. Na veliku reljefnu kartu Istre veoma su uspjelo naneseni istarski vodovodi.

Vodoprivreda je od velikog ekonomskog značaja za našu zemlju. Štete zbog neuređenog režima vode iznose u poljoprivredi 4—4,5 milijarde dinara godišnje. Potrebno je naglasiti, da smo ovom području u proteklom periodu posvećivali relativno malo pažnje. Odmah po Oslobođenju pristupilo se popravcima ratnih razaranja. Obnovljene su 153 mjerne stanice, bagerovano je 190 000

m³ vodotoka, uređeno 250 km melioracionih kanala i t. d.

Do 1955 godine izgrađeni su objekti: 1 120 km nasipa, 6 286 km kanala, 3 444 km det. kanalske mreže, 126 km telefonske linije, 12 km odvodnih tunela, 2 472 objekta (ustave, sifoni, stepenice i



Sl. 17 — Vijadukt Klićevica na pruzi Knin—Zadar

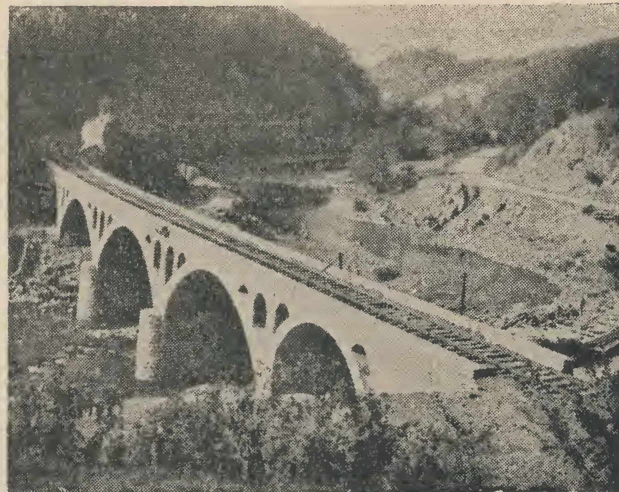
mostovi), 14 crpnih stanica, 324,1 km osiguranja obala, 57 759 m² pregrada i obloga kod bujica i 641,3 ha novih pošumljenih bujičnih područja. Na velikoj geografskoj karti Hrvatske označena su sva područja na kojima su vršene melioracije tla i svi potezi rijeka, koji su regulirani. Najznačajnije melioracione površine dane su u obliku maketa i karata, kao na pr. Lonjsko polje, Neretvanske Blatije, Sinjsko polje, Jelas polje, donji tok rijeke Mirne. Na maketi je dat i novi projekat regulacije Save od Zagreba do Podsuseda.

U Hrvatskoj ima 331 bujica sa 75 bujičnih područja s površinom od 3 480 km². U desetgodišnjem periodu uređeno je 756 km² bujičnih područja uglavnom radi zaštite melioracionih polja, komunikacija i naselja.

Šumske ceste prikazane su grafikonima, slikama i velikim reljefom Velebita i Gorskog Kotara s unesenim šumskim putovima.

Ispitivanje građevinskog materijala i tla neophodno je potrebno za rentabilno i kvalitetno građenje. Problemima tog područja bave se u Hrvatskoj Zavod za ispitivanje gradiva Tehničkog fakulteta, Laboratorij građevinarstva i »Elektrosond«, svi iz Zagreba. Na izložbi vide se razni instrumenti za ispitivanje tla, betona i drugih materijala, kao i ispitani primjerci betonskih kocki, šljunka, cementa i t. d. Upada u oči moderni aparat za ispitivanje tla. Poduzeće »Elektrosond« pokazalo je nizom originalnih grafikona svoju raznovrsnu djelatnost.

Na kraju izložbenih prostorija nalazi se odjel sindikata građevinara, gdje je grafikonima, fotografijama i drugim eksponatima iznijet rad sindikata ove struke. Istaknuta je briga sindikata o radnom čovjeku, o pravilnom nagrađivanju radnika i službenika, njihovom daljnjem razvoju u struci, higijensko-tehnička i zdravstvena zaštita, zatim uloga udarničkog rada, takmičenja i rada po normama. Dan je prikaz uloge sindikata u borbi za našu izgradnju, za ostvarenje novog privrednog



Sl. 18 — Most preko Vrbanje na pruzi Banjaluka—Doboj

sistema i za proširenje radničkog samoupravljanja, kojem se u građevinarstvu mora u budućnosti posvetiti veća pažnja.



Sl. 19 — Tuneli na pruzi Lupoglav—Raša

Građevinsko zanatstvo, koje ima tako važnu ulogu naročito kod visokogradnja, nije nažalost zastupano na izložbi.

Na otvorenom prostoru Velesajma smješteni su građevinski strojevi nekih naših poduzeća indu-

strije građevnih strojeva. Poduzeće »Đuro Đaković« izložilo je motornu dekovilsku lokomotivu s vagonetima, dva cestovna valjka i drobilicu sa sitima. »Vulkan« iz Rijeke pokazuje svoje dizalice, a »Jugomontaža« iz Zagreba stroj za betoniranje tunela, koji upotrebljava građevno poduzeće »Hidroelektra« na gradilištu hidrocentrale Gojak.



Sl. 20 — Regulacija Dubračine u Crikvenici



Sl. 21 — Bujična pregrada na Ćorinoj drazi kod Peruče

Ukusni aranžman izložbe zahvaljujemo Društvu arhitekata, koje je imalo težak zadatak, da postavi izložbu u za tu svrhu prilično neprikladne prostorije Zagrebačkog velesajma. Spretnom kombinacijom fotografija, grafikona, maketa, geografskih karata i raznim dobro postavljenim prostornim oblikovanjima uspjelo je ukloniti monotoniju, koja je česta pojava na izložbama ovakove vrste i postići da izložba djeluje kao dobro riješena estetska cjelina.

Organizirajući izložbu građevinarstva povodom desetgodišnjice Oslobođenja Društvo inženjera i tehničara željelo je, da prikaže rezultate desetgodišnjeg rada našeg građevinarstva i tako dade snažan podstrek za daljnje usavršavanje naših stručnih kadrova i za postizavanje novih uspjeha u našem građevinarstvu. Treba da učimo na dosadašnjim iskustvima, na uspjelim i neuspjelim realizacijama, na nedostacima, kao i na uspjesima koje smo postigli. Građevinarstvo u Hrvatskoj ima veliku tradiciju, naši stručnjaci često su se afirmirali i u inostranstvu. Treba da nastavimo na tu tradiciju i da se, koristeći stečena desetgodišnja iskustva, osposobimo za što bolje rješavanje novih teških i odgovornih problema, koje će našem građevinarstvu postaviti borba naših radnih ljudi za podizanje životnog standarda i daljnju izgradnju zemlje. Ako izložba građevinarstva Hrvatske pripomogne izvršavanju tih zadataka ,onda je možemo smatrati uspjelom.

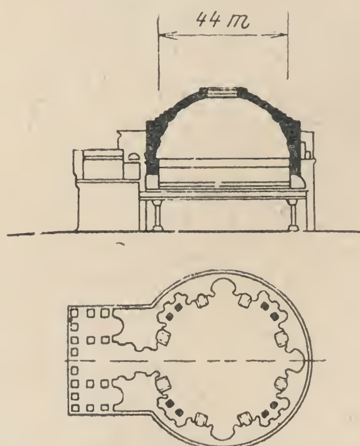
Ing. Lidija Zlatić

DRVENE KUPOLE

Ing. **Kruno Tonković,** docent, Zagreb

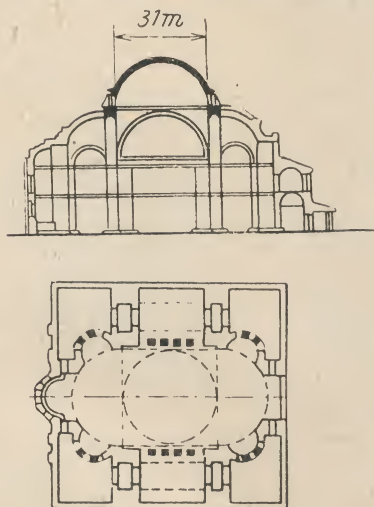
1. Uvodno

Ako stojimo pred zadatkom, da prekrijemo krovom prostor poligonalnog ili kružnog oblika, tada možemo predvidjeti bilo složene sisteme ravninskih konstrukcija ili pak prostorne sisteme kupola. Ovdje nas interesiraju samo one konstrukcije, koje iznutra imaju šuplji oblik kupole.



Sl. 1 — Pantheon u Rimu

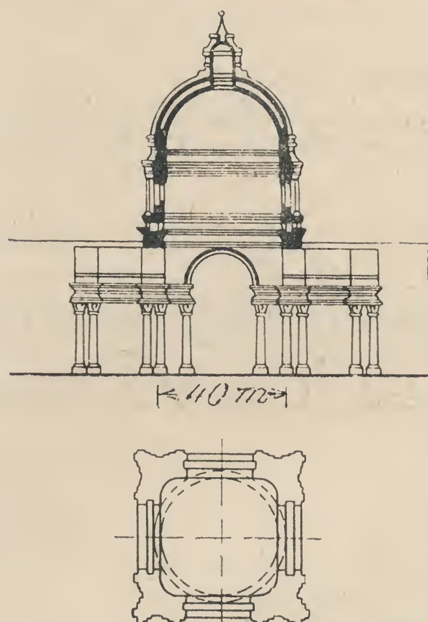
Objekte takva oblika gradili su ljudi još za mikenskog doba podrug tisućljeća prije naše ere, ali to još nisu bile svođene kupole, nego konstrukcije sastavljene od prstenova sve manjeg i manjeg promjera. Prave svođene kupole razvile su se tekar kasnije — od helenskog doba naovamo. Period



Sl. 2 — Aja Sofija u Carigradu

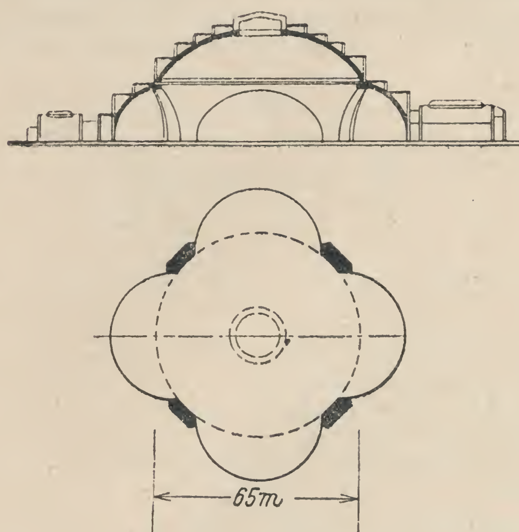
građenja kupola u starom vijeku dosegao je svoju kulminaciju sa kupolom, iz drugog stoljeća naše ere, izgrađenom na Pantheonu u Rimu, koja je imala promjer 44 metra. Od kasnijih objekata staroga vijeka značajna je još kupola na crkvi Aja Sofija u Carigradu raspona 32 m, koja je bila dovršena u šestom vijeku.

Nakon toga nastaje period od skoro tisuću godina u kojem nije izgrađena nijedna značajnija



Sl. 3 — Petrova crkva u Rimu

kupola. To traje sve do petnaestog stoljeća, kad je Brunelleschi sagradio na katedrali u Firenci kupolu raspona 42 metra. Doskora iza toga na početku

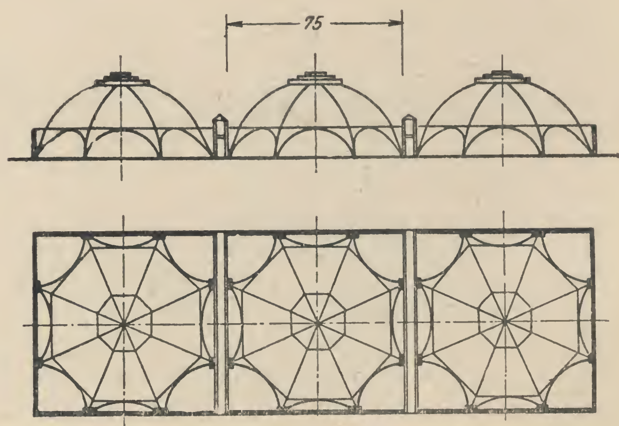


Sl. 4 — Hala u Breslau

šesnaestog vijeka gradi se Michelangelova kupola raspona 40 metara na Petrovoj crkvi u Rimu, koja teži otprilike 10000 tona.

Tada opet u građenju kupola nastaje zatišje, koje traje skoro 400 godina, pa je tek početkom našega stoljeća prestignut raspon, koji su dosegle kupole starog i srednjeg vijeka. Rekordne dimenzije premašila je kupola jedne hale u Breslau raspona 65 m, teška kojih 6400 tona.

Ta je kupola izvedena od armiranog betona, konstrukcije rebrastog tipa. Za njom vremenski slijedi kupola tržnice u Baselu, raspona 60 m, a



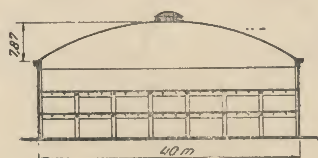
Sl. 5 — Tržnica u Leipzigu

zatim, do 1940 najveća masivna, također armirana betonska rebrasta, kupola tržnice u Leipzigu raspona 70,5 metara, sa težinom od cca 2200 tona.

U Novosibirsku izrađena je pred rat najveća tankostijena kupola od betona, raspona 60 m.

Prije i poslije tih velikih kupola od armiranog betona izgrađene su bile naravno i druge kupole, no raspon im se kretao od 20 do 34. m.

U novije vrijeme pojavile su se specijalne masivne kupole, tipa zvanog Zeiss-Dywidag, s kojima su presvođeni rasponi do 40 m. To su veoma tanke ljuske (6 do 8 cm) od betona izrađenog pod priti-

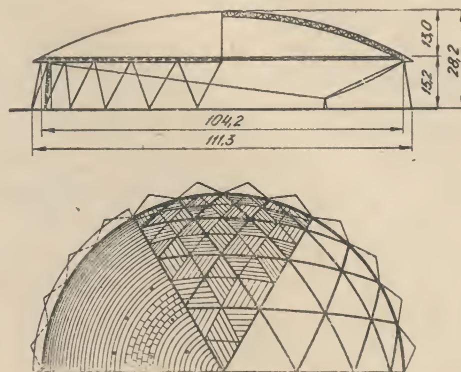


Sl. 6 — Zeiss-Dywidag kupola u Jeni

skom (torkret). Izrada takvih kupola mora biti vanredno precizna. Mreža njihove armature, na pr., mora biti točno složena na dvadesetinu milimetra. Tolerancija u točnosti oblika betona mora i kod najvećih raspona biti unutar, otprilike, jednog centimetra.

Konstrukcije kupole građene su i od metala, sa kojim se, naravno, lakše mogu presvoditi veći rasponi. Dosada najveća metalna kupola izrađena je 1951 za festival u Londonu. Kupola je bila od aluminija raspona 104,2 m — konstrukcija joj je mrežastog tipa.

U najnovije doba (1955) publikovano je u USA nešto podataka o dvije, arhitektonski interesantne, konstrukcije od drvenih lukova, koji su složeni u oblik kupole. To su, međutim, konstrukcije, koje nisu projektirane kao kupole.



Sl. 7 — Metalna kupola festivala u Londonu

Zanimljivo je navesti, da su kupole starih vremena i skoro sve velike kupole novijeg doba polukružnog vertikalnog presjeka. Kod njih je, dakle, odnos strelice prema rasponu $f : L = 1 : 2$. Kod ocjenjivanja smjelosti pojedinih ostvarenja treba to uzeti u obzir. Za usporedbu može poslužiti t. zv. koeficijent smjelosti, koji je uveden kod svodova i lukova. To je odnos kvadrata raspona prema strelici, t. j. $sm = L^2/f$. Usporedbena tablica značajnih kupola izgleda tada ovako:

Objekt	Raspon	Sploštenost	Smjelost
Pantheon — Rim	44	1 : 2	88
Aja Sofija — Carigrad	31	1 : 2	62
Petrova crkva — Rim	40	1 : 2	80
Basel	60	1 : 2	120
Breslau — tržnica	65	1 : 4	265
Leipzig — tržnica	70,5	1 : 4	254
Novosibirsk	60	1 : 3	180
Zeiss-Dywidag	40	1 : 5	204
USA — Texas (1955)	42	1 : 5	232
London — aluminij (1951)	104,2	1 : 8	830

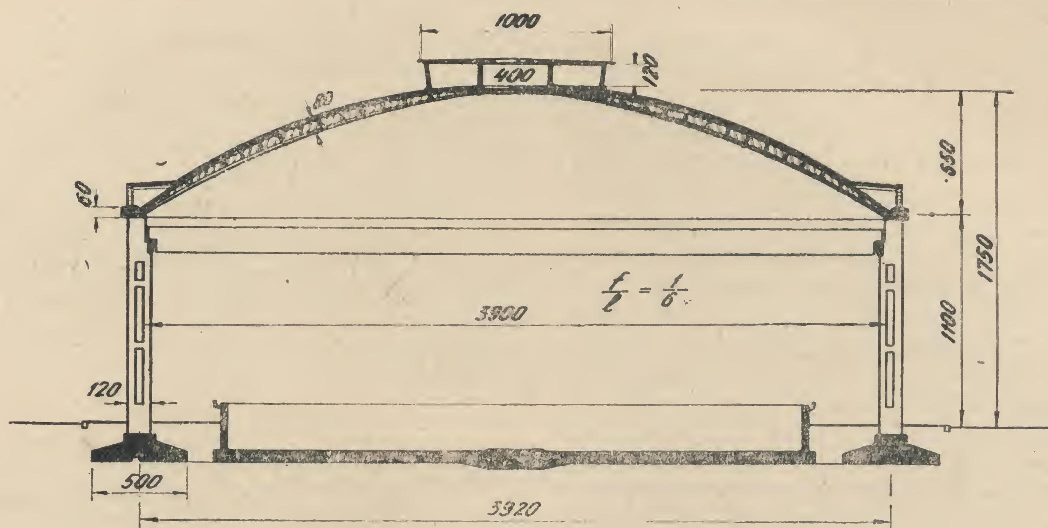
Sa gornjom tablicom ne pretendiramo na iscrpnost u podacima o dosada ostvarenim velikim kupolama, jer nam potrebna literatura nije bila pri ruci, ali možebitne nepotpunosti nisu niti važne.

Kad smo dobili zadatak, da prekrijemo okruglu halu Brodarskog instituta u Zagrebu htjeli smo znati što su sve drugi prije nas sličnoga uradili i gdje se mi otprilike nalazimo s našim zadatkom. U tome radu sakupili smo i gornje podatke, koje smo do danas nadopunili s podacima ostvarenja do kojih je u međuvremenu došlo.

Drvena kupola, koja je u Zagrebu dovršena u jesen 1954 godine, projektirana je po autoru ovoga članka 1951 godine. Ta kupola, raspona 39 metara, imade prema gornjem ove karakteristike:

	Raspon	Sploštenost	Smjelost
Zagreb	39 m	1 : 6	234

Kako vidimo, kupola se po svojim dimenzijama može svrstati među najveće svjetske objekte i bez obzira na materijal.



Sl. 8 — Drvena kupola u Zagrebu

2. Općenito o drvenim kupolama

Drvene konstrukcije kupola mogu biti tretirane kao skup ravninskih nosača ili kao izrazite prostorne konstrukcije.

Oblik poprečnog presjeka drvenih prostornih kupola obično je kružni segment, pa je ekstrados kupole kalota, ali može to biti i rotacioni elipsoid i paraboloid. Odnos strelice prema rasponu odabire se prema zahtjevima estetskog oblikovanja zgrade, no obično se taj odnos kreće oko 1 : 2 do 1 : 4. Sploštenije kupole od 1 : 6 ne preporuča se izvoditi od drveta.

Drvene se kupole obično projektiraju tako, da imaju u sredini otvor, koji nazivamo svjetlik ili laterna; on služi za osvjetljenje i za ventilaciju prostorije. Osim toga takva laterna dobro dolazi i konstruktivno, jer se tada na tom mjestu stavi obruč, u kojem jednostavno završavaju meridijalna rebra konstrukcije kupole.

Drvene kupole pokrivaju se lakim pokrovima, kao što su to: bakreni ili pocinčani limovi, bituminizirana juta, ruberoid i sl. Ispod tih slojeva stavljaju se prema potrebi toplinske izolacije i izolacije protiv para, na uobičajeni način.

3. Ravninske konstrukcije, slične kupolama

Drvene kupole možemo sastaviti i od ravninskih nosača. Obično su to rešetkasti ili punostijeni lukovi, koji su postavljeni radijalno po tlocrtu, pa se pri vrhu svi sastaju u jednoj, konstruktivnoj »točki«.

Takve su konstrukcije stvarno samo po svojem obliku kupole, a ne i po svojoj konstruktivnoj obradi. Stoga ih i proračunavamo kao ravninske lukove. Ovdje ne smatramo, da gornji elementi kupole, oplate i ukrućenja rebara sudjeluju u radu čitave konstrukcije kao cjeline. Oni, kažemo, služe samo zato, da predaju terete na nosive lukove i da ih međusobno povežu zbog osiguranja dovolnjog stabiliteta.

Osnovne dimenzije takvih lukova uzimaju se prema podacima, koji vrijede za lukove.

Jedna takva konstrukcija prikazana je na slici 9.

Poprečni stabilitet lukova osiguran je sa nekoliko redova koncentričnih horizontalnih prečaka, koje su povezane sa lukovima.

Kod izvedbe ovakovih konstrukcija treba paziti, da se ne dogodi što neprijatna zbog male krutosti lukova.



Sl. 9 — Ravninska konstrukcija slična kupoli-Texas

Takve konstrukcije imaju niz nedostataka; konstrukcija pokrova nije dovoljno efikasna u pogledu prostorne krutosti, jer nema kose, dijagonalne oplate, niti je oplata dovoljno spojena s lukovima.

Kod tih konstrukcija su redovito oplate položene meridijalno, a tlocrtno su poligonalne, tako da površina konstrukcije ima oblik križnoga svoda, a daske oplate su samo jednostruko zakrivljene. Takav je položaj dasaka utoliko podesan, što se na taj sloj može izravno staviti pokrov. Ustvari to niti nisu nosivi elementi kupole, niti je njihov položaj u nosivom sistemu ispravan. Oplate se rade u jednom sloju kao obične oplate krovišta ravninskih sistema, te ih kao takve treba tretirati (vidi: Građevinar, broj 5/1955).

Bez obzira na činjenicu, da u proračunima ovakvih konstrukcija ne uzimamo u obzir sudjelovanje nosivih dijelova pokrova, greda i oplata, ipak je dobro poduzeti sve konstruktivne mjere, da bi se te dijelove što bolje uključilo u prostorno djelovanje te na taj način povećala stvarna prostorna krutost. Zato je podesno povezati pojase lukova sa horizontalnim prečkama. Preporuča se predvidjeti i ovdje u pokrovu unakrsne oplate pa ih pouzdano pričvrstiti o sistem lukova i prstenova.

Tim mjerama možemo postići veće ili manje prostorno djelovanje konstrukcije, kojim se povećava nosivost.

4. Prostorne drvene kupole

Razlika između konstrukcija prijašnjeg tipa i kupola jest u tome, što su ovo izrazite prostorne konstrukcije, kojima bezuvjetno svi elementi sudjeluju u radu konstrukcije kao cjeline.

Prostorne kupole veoma su krute; za njihovu izradu treba relativno malo materijala, a odlikuju se vrlo jednostavnim konstruktivnim detaljima.

Osnovni su dijelovi takvih kupola: nekoliko slojeva unakrsno položenih dasaka spojenih međusobno čavlima.

Općenita je karakteristika proračunavanja i konstruiranja drvenih prostornih konstrukcija, pa dakle i drvenih kupola, da za svaku vrst unutarnjih sila predviđamo u konstrukciji posebni elemenat, za koji smatramo, da jedini prenosi tu vrst opterećenja elemenata konstrukcije.

U konstruktivnom pogledu kupole se izvode bilo kao tankostijene ljuske ili pak kao rebraste konstrukcije, no također šupljeg tipa. Izbor ovisi o potrebi veće ili manje krutosti meridijalnog presjeka za savijanje.

4. 1. Ljuskaste kupole

Tankostijene, ljuskaste kupole mogu se izraditi na rasponima od 12 do 30 m. Sploštenost takvih konstrukcija može se uzeti 1 : 4 do 1 : 6.

U ljuskastim kupolama predviđamo ove elemente konstrukcije (vidi sliku 10):

meridijalni lukovi, prstenasta oplata, dijagonalna oplata, gornji obruč, donji obruč, svjetlik ili konstrukcija koja ga zamjenjuje, te pokrov.

M e r i d i j a l n i l u k o v i preuzimaju meridijalne tlačne sile kupole. Oni se upiru donjim krajem o ležajni obruč, a gornjim krajem o gornji obruč.

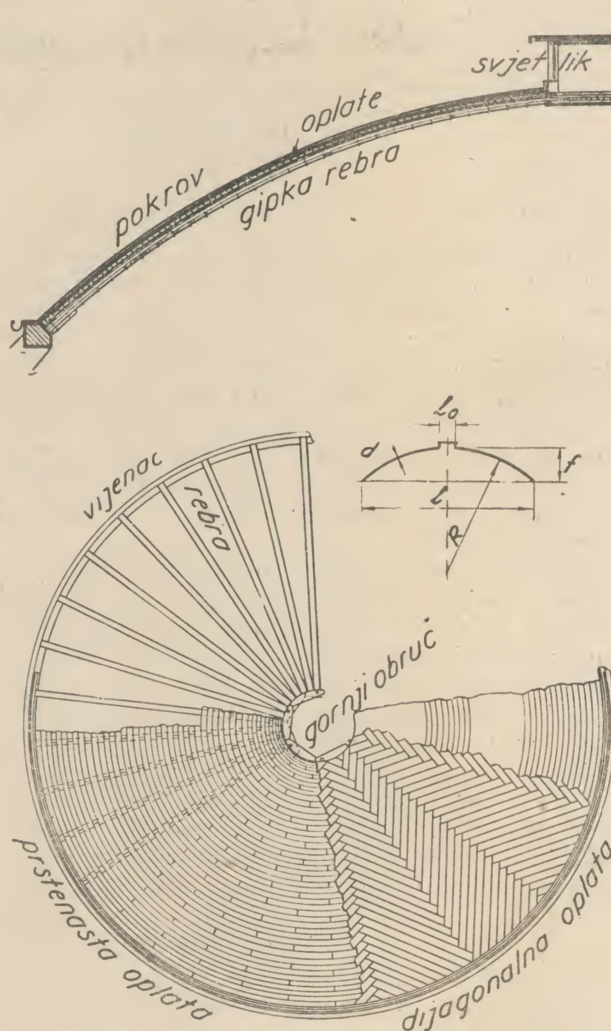
Lukovi se sastoje od nekoliko slojeva dasaka položenih pljoštimice jedan na drugi te pribijenih međusobno čavlima ili trnovima i vijcima, a mogu biti i međusobno slijepljeni. To su nosači tipa Emy-evih lukova.

Broj lukova određujemo tako, da razmak od osi do osi luka pri donjem obruču bude između 0,8 do 1,4 m. Razlog je tome, da rasponi oplate za lokalno savijanje (hodanje po krovu) i za izvijanje ne budu suviše veliki, te da se što pouzdanije osigura potrebni oblik oplata.

Debljina lukova uzima se zbog potrebne krutosti lukova barem 1/150 do 1/250 raspona. Nastavke platica lukova treba razmjestiti naizmjenično; usto nije dobro, ako oni padnu bliže od 3 do 4 m od ruba svjetlika. Lukovi se uzimaju obično široki kojih 15 do 20 cm.

P r s t e n a s t a o p l a t a preuzima obodne ili prstenaste sile, koje mogu biti tlačne ili vlačne. Elementi ove oplate polažu se po kružnim horizontalnim prstenovima kupole.

Prstenasta oplata sastoji se obično od dva sloja i to: donjeg sloja, koji se polaže neposredno na lukove kupole i gornjeg sloja, koji je prikovan na donjem sloju. Daske gornjeg sloja trebaju prekriti nastavke donjih dasaka; zato ih obično smjestimo tako, da gornji nastavci padnu u polovinu duljine dasaka donjeg sloja. Daske obih slojeva prikivaju se čavlima o lukove kupole. Nastavci se razmještaju pravilno, i tako, da padnu nad rebro i naizmjenično, da na jednom rebru nisu sve daske prekinute.



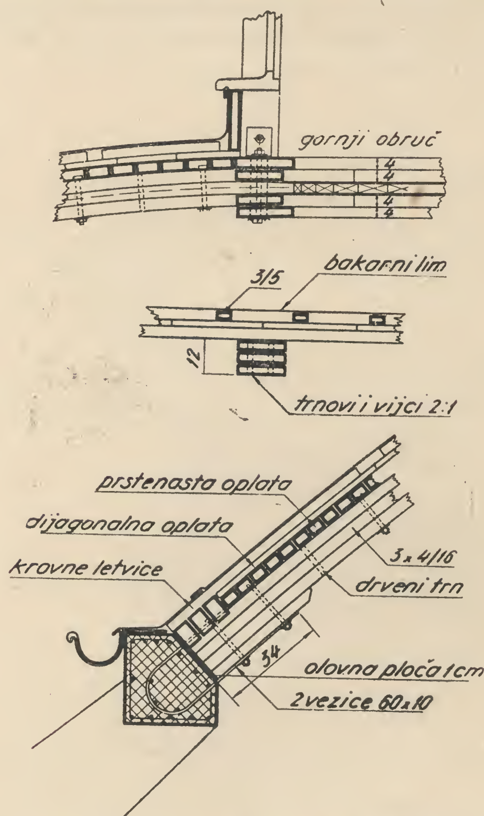
Sl. 10 — Ljuskasta kupola od drveta

Daske prstenaste oplate podesno je uzeti široke 10 do 16 cm, a debele 1,8 do 2,5 cm. Deblje se daske teško prilagođuju obliku kupole.

Pri vrhu kupole — uz obruč laterne — mjesto dvostrukih dasaka stavlja se jedan sloj dasaka, a daske su dvostruko deblje.

D i j a g o n a l n a o p l a t a preuzima posmične sile, koje se javljaju pri nesimetričnom opterećenju kupole. To je sloj dasaka debelih 1,8 do 2,5 cm,

koje dolaze povrh prstenaste oplate. Daske ovoga sloja polažu se ukoso prema smjeru lukova, otprilike pod kutem od 45⁰. Daske se nastavljaju nad lukovima. Smjer kosine se mijenja od luka do luka tako, da su daske složene u cik-caku.



Sl. 11 — Detalji ljuskaste kupole

Obično se obruč sastoji od dva dijela, gornjeg i donjeg, od kojih je svaki sastavljen kao lukovi tipa de l'Orme, od dva sloja dasaka. Obje polovine obruča, t. j. gornji i donji dio obruča spajaju se međusobno vijcima, a između njih ulazi po jedna platica svakog meridijalnog luka.

L e ž a j n i o b r u č ili vijenac kupole prima razupornu silu od lukova, ali je opterećen na rastezanje. Taj se obruč obično izrađuje od armiranoga betona ili od čelika, na manjim rasponima može se izvesti i od drveta kao obruč tipa Emyevih lukova. Vijenac od betona je podesniji utoliko što su njegova istezanja manja od istezanja čelika, ako se iskoriste dopušteni naponi. Neugodniji je i utjecaj promjene temperature kod čelika.

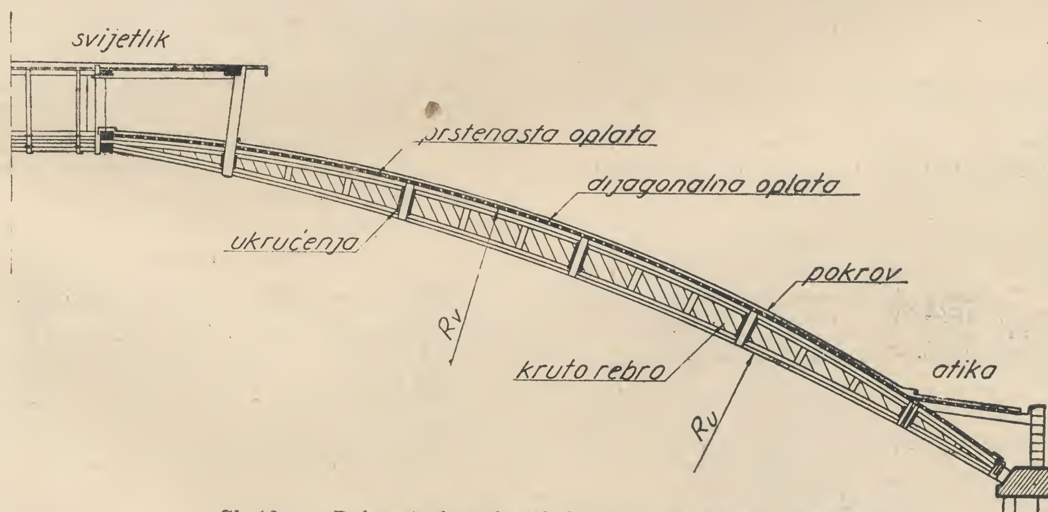
Krajevi meridijalnih lukova moraju se usidriti ili prihvatiti kao u gornjem obruču u vijenac, koji se opet čvrsto veže sa donjim dijelovima zgrade.

4. 2. Rebraste kupole

Za veće raspone od 30 metara, ili pak u slučaju kad treba na kupolu objesiti kakav koncentrirani teret ili je poželjno, na pr. zbog slabije kvalitete građe ili rada s nedovoljno vještim radnicima, osigurati i veću krutost i pouzdanije oblike konstrukcije, podesno je projektirati rebrastu kupolu, koja je više kruta od ljuskastih kupola.

Oblik poprečnog presjeka rebrastih kupola i odnosi osnovnih dimenzija uzimaju se jednako kao što je navedeno kod tankostijenih kupola.

Osobitost rebrastih kupola jesu kruta meridijalna rebra, koja su ustvari lukovi srpasta oblika. Ta se rebra izvode kao punostijeni ili rešetkasti nosači, već prema tome o kakovom se opterećenju i rasponu radi.



Sl. 12a — Rebrasta kupola od drveta u Zagrebu — presjek

G o r n j i o b r u č preuzima tlačne sile od lukova, koji se o njega upiru. Ako ima »m« lukova, a širina je dasaka lukova »b«, tada se vanjski promjer obruča uzima jednak: $d = mb : \pi$.

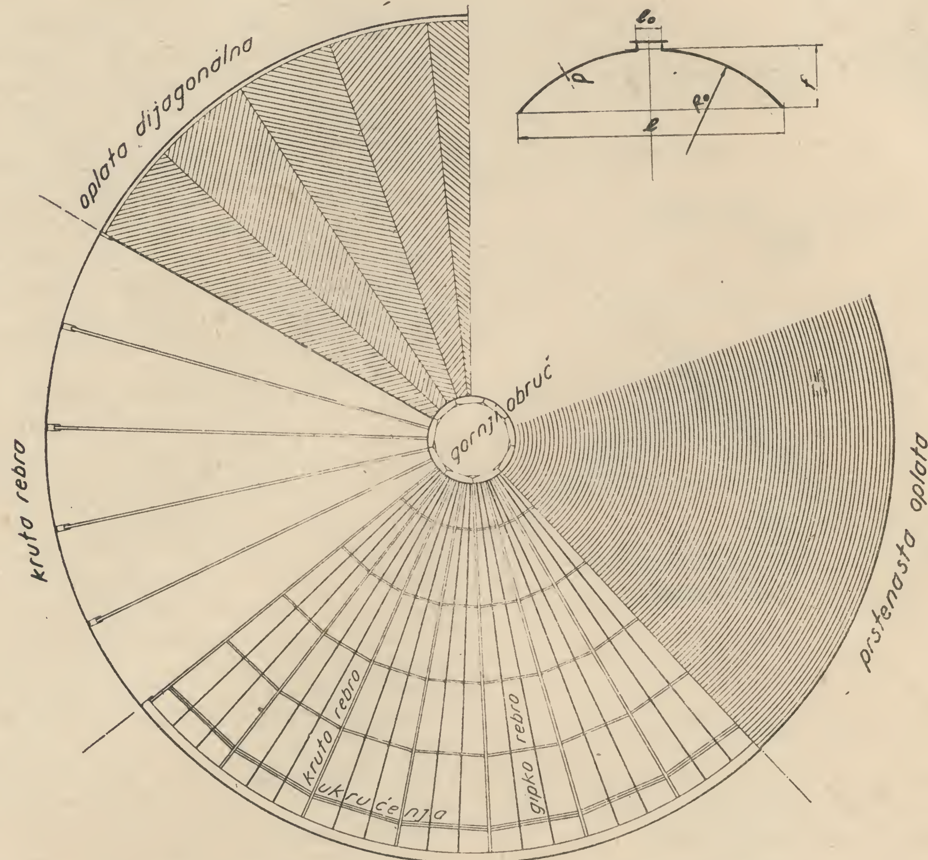
Daske lukova možemo pri vrhu nešto i potesati, pa će tada biti potreban obruč manjega promjera.

Pored toga što kruta rebra povećavaju krutost kupole, ona pomažu, da kupola može imati i zadržati pravilan oblik; onakav, kakav je projektom predviđen, a to je izvanredno važno za opstojanje konstrukcije. Usto mogu takva kruta rebra olakšati izvedbu i montiranje kupole.

Visina krutih rebara u sredini njihove duljine uzima se barem 1/50 do 1/70 raspona kupole.

Broj svih rebara kupole određujemo i ovdje po tome, da razmak rebara na ležajnom obruču ne bude veći od 1,5 m otprilike.

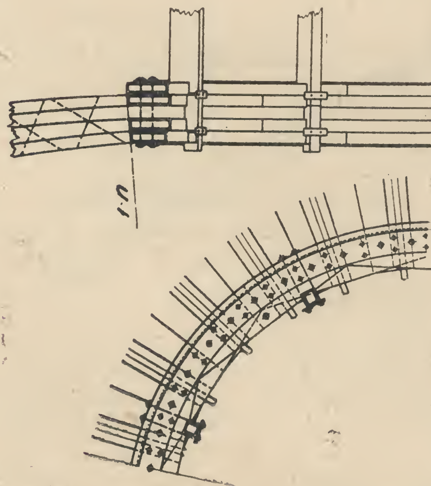
Između pojedinih krutih rebara umeću se ovdje prstenaste horizontalne veze, koje ukrućuju donji pojas krutih rebara i osiguravaju stabilitet rebara. Osim toga prstenovi smanjuju duljinu izvijanja gipkih Emyevih lukova.

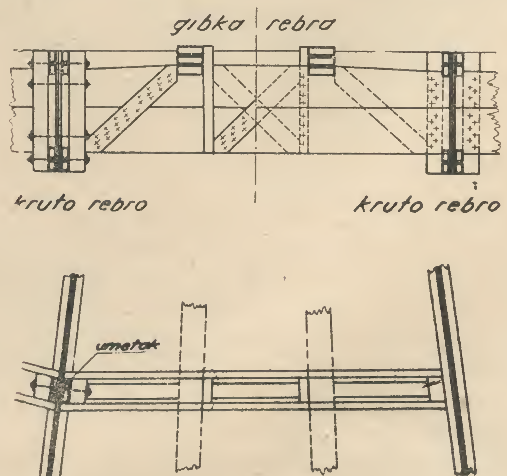


Sl. 12b — Rebrasta kupola od drveta u Zagrebu — tlocrt

Na rebrastim kupolama meridijalna rebra ili lukovi izvode se tako, da svako treće ili četvrto do šestog rebra bude kruto, a ostala rebra se izvode kao i kod ljuskastih kupola, dakle kao Emyevi lukovi.

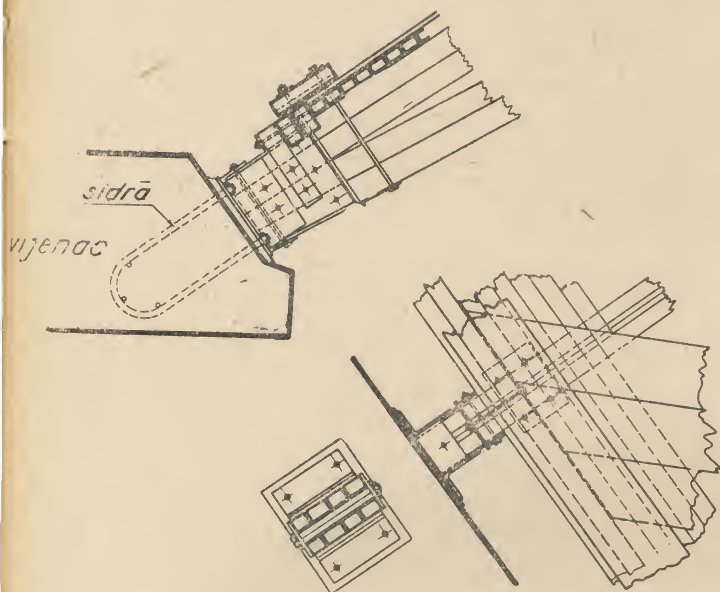
Prstenasta oplata ovih kupola polaže se kod manjih raspona jednako tako kao i kod ljuskastih kupola, a na većim rasponima, tamo gdje je zakrivljenost kupole znatno blaža, oplata se izvodi u jednom sloju, od gredica približno kvadratičnoga





Sl. 13a — Detalji rebraste kupole

presjeka. Gredice se međusobno spajaju čavlima. Nastavci gredica razmještaju se tako, da nastavci jednog prstena padnu što dalje od nastavka gredica drugog prstena na koji prikladan način, a tako



Sl. 13b — Detalj rebraste kupole

da nastavak uvijek padne na luk. Vidi »Građevinar« 5/1955.

Gornji obruč izvodi se također kao dvostruki Delormov luk od platica.

4. 3. Mrežaste kupole

Slično onako, kao što možemo izgraditi svodove od mreže kratkih štapova-kosnica mogu se izraditi i mrežaste konstrukcije kupola. Potrebno je samo kosnicama dati prikladan oblik, koji odgovara površini kupole.

Mreža takvih kupola obrazovat će pravilni rotacioni oblik, koji imade sve prednosti mrežastih konstrukcija i kupola.

Poteškoća je kod toga jedino u tome što se dimenzije ili oblik kosnica ili spojeva mijenjaju znatno više nego kod svodova.

Čvorovi kosnica mogu biti projektirani bilo pomoću vijaka, po načinu Zollingera, ili pak pomoću pera i utora, po načinu Peseljnikova, dakle jednako kao i kod mrežastih svodova.

Budući da je kod kupola potrebno postići još veću točnost u izradi kosnica negoli kod svodova, to je bolje predvidjeti spojeve pomoću vijaka, koji se mogu naknadno regulirati pritezanjem ili popuštanjem vijaka, pa će se time manje netočnosti izrade popraviti. Ako se ipak predviđaju spojevi na pero i utor, koji su podesni stoga što omogućuju promjenu kuta kosnica u znatno većem području nego spojevi pomoću vijaka, tada je dobro uzeti ugao ukrštavanja što bliži pravom kutu.

Kosnici mreže kupole smještavaju se tako, da uzdužna ravnina simetrije kosnica pada okomito na površinu kupole.

Sa gornjim i donjim obručem kosnice se spajaju na isti način kao što se to radi kod mrežastih svodova.

Oblik mreže može biti riješen na tri načina (vidi sl. 14):

a) Kosnice su u svim prstenovima standardne duljine, a mijenja se kut njihova ukrštavanja.

b) Duljina kosnica smanjuje se prema vrhu kupole, a kut ukrštavanja ostaje konstantan.

c) Kosnice su različne duljine, a mijenja se i kut između kosnica.

Mreža kupole kod koje su kosnice jednake, a mijenja se kut između kosnica ima nedostatak u tome što je na stanovitim mjestima kut nepodesan za vezu s jednim vijkom, jer se taj kut mijenja u vrlo širokim granicama.

Mreža kupole kod koje je kut između kosnica konstantan ima nedostatak, da treba mnogo raznih kosnica, a štapovi uz svjetlik proizlaze vrlo kratki, ali treba manje drveta, jer je ukupna duljina kosnica ovdje najkraća.

Rješenje mreže, da su kosnice različitih duljina, a kutevi koje zatvaraju su također različiti sadrži nedostatke oba gornja tipa mreže.

Kod bilo koje od ovih varijanata treba kosnice predvidjeti što je moguće dulje. Time povećavamo krutost kupole i umanjujemo broj pojasa i različitih kosnica.

Kod odabiranja broja čvorova treba voditi računa o tome, da se polući što podesnije detalje na priključcima k donjem i gornjem obruču. Hod kosnica duž oboda horizontalnog presjeka kupole između osi kosnica istoga smjera uzima se kao alikvotni dio opsega kružnice promatranog presjeka. Na taj se način hod kosnica umanjuje proporcionalno sa umanjivanjem kružnica horizontalnih presjeka.

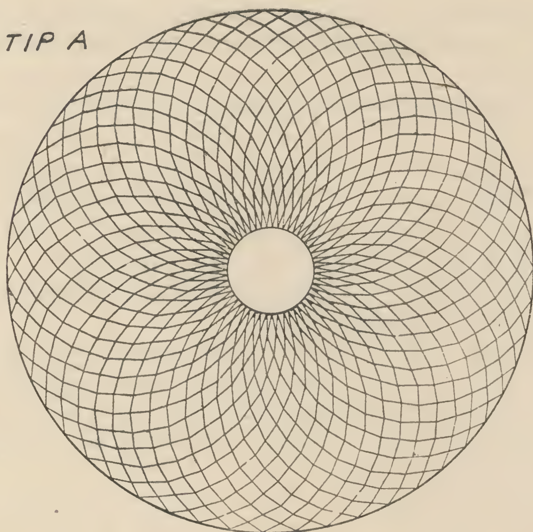
Maksimalna veličina hoda, koju imamo pri dnu kupole, na donjem obruču, obično se uzima u granicama od 0,7 do 1,5 m.

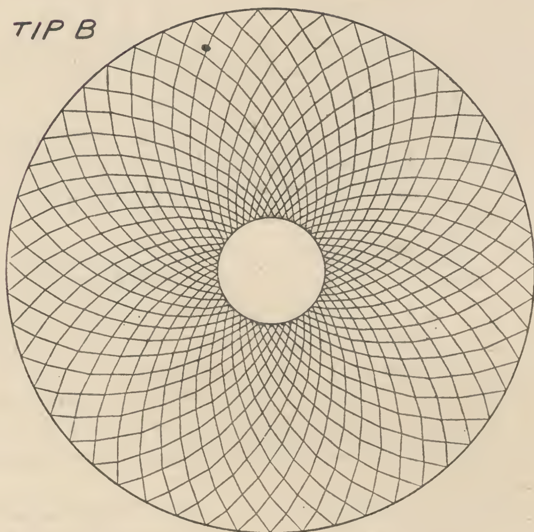
Veličina odmaka kosnica »s« u čvorovima sa vijcima uzima se ovdje jednako kao i kod mrežastih svodova.

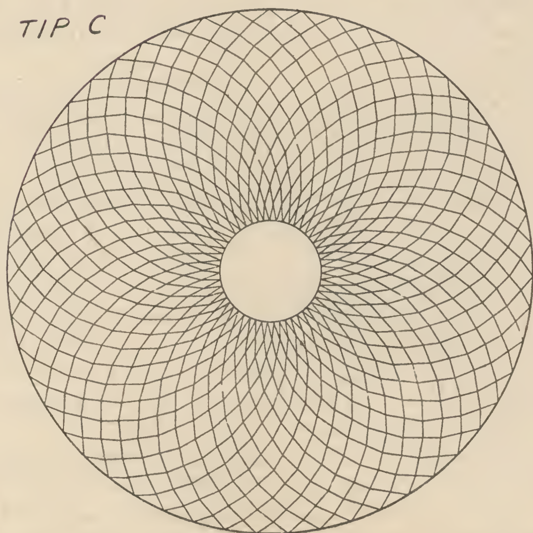
Ako je donji obruč od drveta tada se u njega urezuju gnijezda za vezu kosnica sa nadzidnicom. Gornji obruč izrađuje se također kao luk od oblučila (Delorm).

Prstenasta oplata veže se neposredno čavlima sa svakom kosnicom mreže kupole. Ona je ujedno dio pokrova, ali i sastavni dio nosive konstrukcije, te kao takva preuzima prstenaste sile kupole, koje mogu prema prilikama biti i vlačne. Prstenasta oplata izrađuje se u jednom sloju iz letvica približno kvadratičastoga presjeka. Gredice se koso savijaju u ravnini horizontalnih krugova, a nastavci gredica razmještaju se naizmjenično.

Gornje svijetlo može se dobiti pomoću svjetlika, koji se izradi povrh gornjeg obruča, ili se konstrukcija mreže pri vrhu izradi kompletna, kao i na drugim mjestima, pa se samo taj dio pokrije staklom.





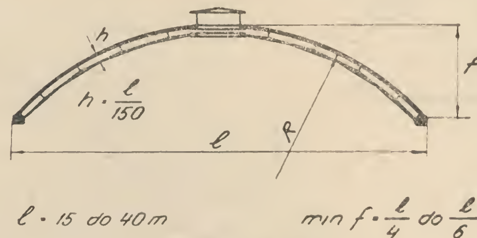


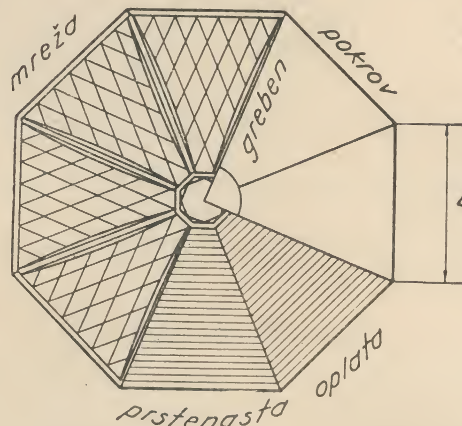
Sl. 14 — Oblici mreže kod mrežastih kupola

4. 4. Križni svodovi

Nad poligonalnim tlocrtom može se projektirati poligonalna kupola kombiniranjem dijelova cilindričnih svodova. Podesni su za takva rješenja mrežasti svodovi.

Kod križnih svodova horizontalni su presjeci pravilni poligoni. Svaka stranica poligona je sektor kupole, ali je to u stvari dio cilindričnog svoda. Sektori se međusobno sastavljaju pomoću naročitih greda — grebenova.





Sl. 15 — Shema mrežastog križnog svoda

Na slici 15 prikazana je jedna takva kupola nad poligonalnim tlocrtom, sastavljena od mrežaste konstrukcije.

Kod toga se preporuča, da broj stranica poligona u tlocrtu bude u podesnom odnosu sa kutem između kosnica tako, da kosnice teku uz grebenove.

Kut između kosnica treba biti u granicama, koje se preporučaju za cilindrične svodove.

Konstrukcija mreže i detalji čvorova na vrhu i pri dnu poligona jednaki su kod ovih kupola kao i kod mrežastih svodova.

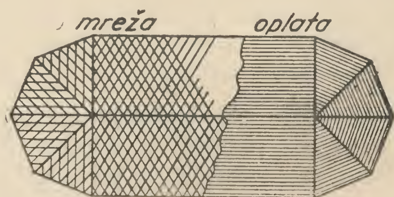
Ako predviđamo, da se širina grebena mijenja duž smjera svodova, koji ga tvore, prema odgovarajućoj liniji kosnica, tada možemo postići, da sve kosnice budu jednake. Ako se grebeni izvode konstantne širine, tada se obično različito primicanje kosnica do grebena snima na samom mjestu prilikom montiranja, pa se kosnice tek tada odrežu na potrebnu dužinu.

Kod svodova od jednodjelnih kosnica grebeni se izrađuju kao eliptični lukovi od oblučila. Promjenljiva debljina grebena postiže se vezicama različite debljine, koje se prikuju uz bočne strane na mjestima čvorova s kosnicama.

Stranice poligona ležajnog obruča opterećene su ne samo na vlak, nego i na koso savijanje, jer preuzimaju vertikalne i horizontalne sile od svoda. Vlačna sila ležajnog obruča može se preuzeti čeličnim zategama, a savijanje drvenim monolitnim ili sastavljenim gredama, ali se može vijenac izvesti i od armiranoga betona ili od čelika. U tom slučaju za vezu kosnica i obruča treba na vijenac staviti gredu-nazidnicu.

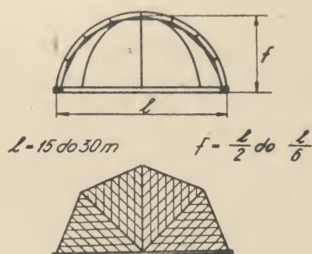
Gornji obruč može biti jednak kao kod ostalih kupola, dakle kao luk od oblučila u više slojeva.

Ako se o križni svod vješaju neki koncentrirani tereti, podesno je predati ih neposredno na grebenove.



Sl. 16 — Shema kombinacije svoda i kupole

Sa ovakvim konstrukcijama može se prekrivati ne samo pravilne, poligonale tlocrta nego se može kombinirati svodove sa kupolom, kao što je to na primjer prikazano na slici 16. Mrežasti je svod završen s obje strane poligonalnim križnim svodom.



Sl. 17 — Shema poligonalne apside

Osim toga, mogu se izvesti i samo polovine tlocrta poligona, kao što se to vidi na slici 17. Takva apsida može se izvesti bilo kao ljuskasta, rebrasta ili mrežasta konstrukcija. Čeoni završetak može se konstruirati sa lukom od oblučila.

5. Proračunavanje rotacionih drvenih kupola

Drvene rotirane kupole, kojima su horizontalni presjeci kružnice, dovoljno je statički proračunati po općoj bezmomentnoj, membranskoj teoriji. Pretpostavke su takva proračunavanja: da unutarnje sile, koje se javljaju pod opterećenjem, djeluju na kaloti, koja prolazi sredinom gipkih rebara i da te sile djeluju u tangencijalnim površinama, dakle, da nema momenata savijanja i poprečnih sila, nego da je u svakom presjeku konstrukcija napregnuta samo aksijalnim silama — tlakom ili vlakom. Pod utjecajem ovih naprezanja konstrukcija teži da se slegne uz istodobnu malu promjenu tlocrtnog radiusa. Tim deformacijama odgovaraju i općenito mali momenti savijanja drugoga reda, koji se mogu zanemariti. Tako se mogu naprezanja u kupoli odrediti bez jednadžbi elastičnosti, samo na bazi uvjeta ravnoteže.

Momente savijanja u proračunu, dakle, zanemarujemo. Smatramo, da su elementi kupole posve gipki te da mogu preuzimati samo uzdužne sile, a ne i momente savijanja.

Praksa projektiranja pokazala je, da takav način odgovara prirodi drvenih konstrukcija, naročito s obzirom na podatnost njihovih spojeva, te na način oslanjanja drvenih kupola na vijenac, i da osigurava dovoljnu sigurnost i stabilitet kupole, ukoliko su ispunjeni stanoviti konstruktivni principi.

Kao što je već rečeno, za svaku vrst unutarnjih sila predviđamo zasebni dio konstrukcije, kojemu je dužnost da ih preuzme. Tako, meridijalni lukovi ili rebra kupole, preuzimaju meridijanske sile N, prstenasta oplata preuzima obodne, prstenaste sile T, a dijagonalna oplata preuzima posmične sile S.

Opća teorija proračuna kupola nije ovdje izložena, jer to nije predmet članka.

5. 1. Određivanje unutarnjih sila

Vlastita težina i stalni teret

Vlastita težina kupole sastoji se od:

a) Težine pokrova, težine prstenaste i dijagonalne oplate.

Ovaj teret (g_1) jednoliko je rasprostrt po površini kupole.

b) Težine rebara kupole (g_2), koja je nejednoliko raspoređena, povećava se prema vrhu gdje su rebra gušća.

c) Težine svjetlika, ili konstrukcije koja ga zamjenjuje.

U stanovitom horizontalnom presjeku kupole bit će meridijanska sila jednaka: $N = \frac{Q_\varphi}{2\pi\, r \sin\varphi}$

a sila u jednom rebru bit će:

$$N_1 = \frac{Q_\varphi}{\sin\varphi\, m}$$

Ovdje je:

Q_φ = težina svih dijelova kupole, koji leže iznad promatranog presjeka,

m = broj rebara,

φ = polovina centričkog kuta dotičnog presjeka kupole,

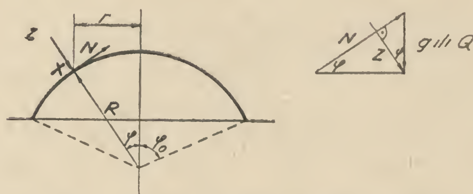
r = radius tlocrtnog kruga presjeka,

R = radius zakrivljenosti kupole,

$r = R \sin\varphi$.

Položaj proizvoljnog presjeka određen je kutem φ mjerenim od vertikalne osi kupole (vidi sliku 18).

Kod proračunavanja obično je dovoljno odrediti silu N samo na tri mjesta i to: pri gornjem obruču, po sredini duljine rebra i pri dnu kupole.



Sl. 18 — Sile i druge veličine kupole

U prstenastoj oplati možemo sile na jedinicu širine prstena odrediti po ovoj formuli:

$$T = ZR - N$$

$$Z = Z_1 + Z_2$$

$$Z_1 = g_1 \cos \varphi$$

Ovdje je:

Z = projekcija težina ili opterećenja na vertikalu u promatranoj točki kupole,

N = meridijalna sila, na jedinicu opsega, na onom mjestu gdje se traži obodna sila,

Z_1 = projekcija opterećenja (vidi pod a), koje je jednoliko rasprostrto po površini kupole na vertikalu u promatranoj točki,

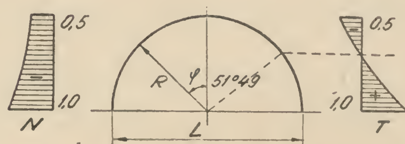
Z_2 = projekcija težine rebara na vertikalu, kao i Z_1.

Ako je težina rebara po tekućem metru njegove duljine q, to će težina svih rebara po tekućem metru biti mq. Intenzitet opterećenja po jedinici površine kupole bit će stoga:

$$g_2 = \frac{mq}{2 \pi r} = \frac{mq}{2\pi R \sin \varphi}$$

Projekcija ovog opterećenja na vertikalu je:

$$Z_2 = \frac{mq}{2\pi R} \operatorname{ctg} \varphi$$



Sl. 19 — Unutarnje sile polukružne kupole

Sila T ne mora biti istog predznaka po čitavoj visini, ona može na stanovitoj visini mijenjati predznak. U gornjim predjelima kupole sila je redovito tlačna, a u donjim, kod visokih kupola, vlačna. Granica je kod stalnog tereta kut φ = 51°49'.

Kod otvorenih kupola, koje imaju laternu, sile su drukčije.

Izrez svjetlika i linearno opterećenje po njegovom obodu donekle mijenja i prstenaste sile. U kupoli sa svjetlikom možemo dobiti sile po ovim formulama:

$$N_s = N - \frac{Q'}{2 \pi R \sin^2 \varphi}$$

$$T_s = ZR - N - \frac{Q'}{2 \pi R \sin^2 \varphi}$$

$$Q' = Q_\varphi - Q_s$$

Ovdje je: Q_s = težina svjetlika

Drugi član izraza daje dodatne prstenaste sile, koje ovise o razlici (veličini Q') težine svjetlika i izrezanog dijela kupole. Ako je Q' pozitivno, t. j. ako je težina svjetlika veća od težine izrezanog dijela kupole, a obično je tako, tada su dodatne prstenaste sile vlačne, a ako je svjetlik lakši, tada su te sile tlačne. Utjecaj dodatnog člana dovoljno je uzeti u obzir samo onda, ako je težina svjetlika veća za 1,5 od težine dijela kupole, koji nedostaje pod laternom.

Taj je utjecaj najveći u blizini svjetlika. Prema dolje, sa porastom kuta φ, utjecaj brzo pada.

Posmične sile S od opterećenja vlastitom težinom i pokrovom jednake su nuli, kao i kod svih simetričnih opterećenja kupole.

Opterećenje snijegom

Obično pretpostavljamo, da je opterećenje snijega (p_0) jednoliko rasprostrto po tlocrtu kupole.

Sile u rebrima kupole, koje djeluju na jedinicu duljine opsega horizontalnog presjeka, možemo odrediti po izrazu:

$$N = \frac{Q_\varphi}{2 \pi r \sin \varphi} = \frac{\pi r^2 p_0}{2 \pi r \sin \varphi} = p_0 \frac{R}{2}$$

Vidimo, da sila N ne ovisi o kutu φ.

Za kupolu sa svjetlikom:

$$N = \frac{p_0 R}{2} \left(1 - \frac{\sin^2 \varphi_s}{\sin^2 \varphi}\right)$$

φ_s = polovina centričkog kuta otvora svjetlika.

Sila N_1 koja djeluje na jedno rebro je:

$$N_1 = p_0 a \frac{R}{2}$$

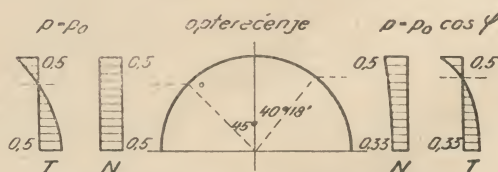
Ovdje je a = razmak rebara u dotičnoj visini kupole.

Prstenaste sile možemo naći po izrazu:

$$T = ZR - N = p_0 \cos \varphi \cos \varphi R - p_0 \frac{R}{2} =$$

$$= p_0 \frac{R}{2} (2 \cos^2 \varphi - 1)$$

$$\text{ili: } T = p_0 \cos 2 \varphi \frac{R}{2}$$



Sl. 20 — Sile od opterećenja snijegom

Za kupolu sa svjetlikom:

$$T = p_0 R \cos^2 \varphi - N$$

Posmična sila S kod simetričnog opterećenja snijega jednaka je nuli.

Katkad pretpostavljamo, da se intenzitet tereta snijega mijenja po zakonu $p = p_0 \cos \varphi$. Kod takvog opterećenja vlačna zona prstenastih sila je veća nego u prijašnjem slučaju.

Kod kupola bez svjetlika:

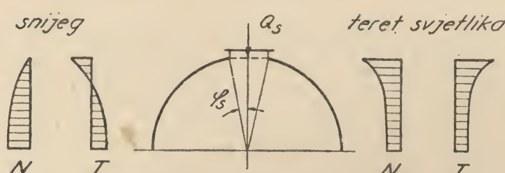
$$N = \frac{p_0 R}{3} \left(1 + \frac{\cos^2 \varphi}{1 + \cos \varphi}\right)$$

$$T = p_0 R \cos^3 \varphi - N$$

Kod kupola sa svjetlikom:

$$N = \frac{p_0 R}{3} \cdot \frac{\cos^3 \varphi_s - \cos^3 \varphi}{\sin^2 \varphi}$$

$$T = \text{kao gore}$$



Sl. 21 — Sile u kupoli sa svjetlikom

Opterećenje vjetrom

Najvažniji slučaj nesimetričnog opterećenja, koji po propisima treba uzeti u obzir, jest opterećenje vjetrom.

Međutim, prema prilikama, dobro je ispitati i slučaj jednostranog opterećenja snijegom, koji može nastati kod vijavice. Takav smo slučaj imali upravo u Zagrebu zimi 1955 godine.

S istim opravdanjem, kao i kod ranijih opterećenja, možemo i opterećenje vjetrom računati po membranskoj teoriji.

Kod proračuna opterećenja vjetrom pretpostavljamo, da se na strani u zavjetrini javlja depresija jednaka pritisku na strani izloženoj vjetru.

Za intenzitet pritiska vjetra po površini kalote možemo odabrati dva izraza.

Prvo je intenzitet po formuli:

$$w = w_0 \sin \varphi \sin \psi$$

Drugo je intenzitet po formuli:

$$w = w_0 \sin^2 \varphi \sin^2 \psi$$

w_0 = jedinični pritisak vjetra na plohu okomitu na smjer vjetra,

ψ = prikloni kut točke na obodu kalote, mjeren u tlocrtu.

Budući da je pretpostavljeno, da je presija vjetra jednaka depresiji, to će ukupno opterećenje vjetra biti: $w_n = 2\, w_0$.

Provedenim ispitivanjima konstatirano je, da prva formula, unatoč toga što opterećenje polaganije pada prema periferiji, daje premalene vrijednosti za kupole kojima je centrični kut veći od 45^0, pa će trebati, kod visokih kupola, računati sa promjenom opterećenja po kvadratu sinusa.

Računamo li po intenzitetu sinusa dobit ćemo ove izraze:

$$Z_w = w_0 \sin \varphi \cos \psi$$

$$N = n\, w_0 R \sin \psi$$

$$T = t\, w_0 R \sin \psi$$

$$S = s\, w_0 R \cos \psi$$

Ovdje je:

$$n = \frac{\varepsilon \cos \varphi}{\sin^3 \varphi}$$

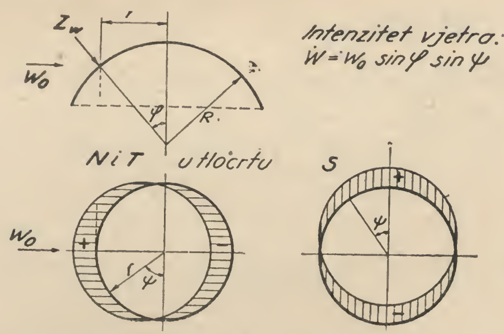
$$t = \sin \varphi - \frac{\varepsilon \cos \varphi}{\sin^3 \varphi}$$

$$s = \frac{\varepsilon}{\sin^3 \varphi}$$

$$\varepsilon = \frac{2}{3} - \cos \varphi + \frac{1}{3} \cos^3 \varphi$$

Ekstremne vrijednosti za sile N, T i S, koje nas ovdje interesiraju, dobit ćemo kod $\sin \psi = 1$, odnosno $\cos \psi = 1$.

Veličina n najveća je kod $\varphi = 50^0$, a veličine t i s najveće su pri vijencu kupole.



Sl. 22 — Sile od opterećenja vjetrom — po intenzitetu sinusa

Ako kupola ima u tjemenu otvor — svjetlik, tada će gornji izrazi za sile zadržati isti oblik, samo će se promijeniti koeficijenti n, t i s utoliko što će mjesto ε tada ući veličina $\varepsilon_1 = \varepsilon - \varepsilon_s$, pa ćemo imati:

$$n_1 = \frac{\varepsilon_1 \cos \varphi}{\sin^3 \varphi}$$

$$t_1 = \sin \varphi - \frac{\varepsilon_1 \cos \varphi}{\sin^3 \varphi}$$

$$s_1 = \frac{\varepsilon_1}{\sin^3 \varphi}$$

$$\varepsilon_s = \frac{2}{3} - \cos \varphi_s + \frac{1}{3} \cos^3 \varphi_s$$

Računamo li, da se intenzitet opterećenja mijenja po zakonu kvadrata sinusa, tada je proračun znatno kompliciraniji. Opće izvode toga proračuna dao je Dischinger: »Schalen und Rippenkuppeln«, Handbuch für Eisenbetonbau.

Izrazi kvadrata sinusa nisu podesni za računanje sa kombinacijama simetričnih i antimetričnih opterećenja, za kojima težimo u ovakvim situacijama, jer je kvadrat uvijek pozitivan, ali se približno može računati sa slijedećim izrazom:

$$w = w_0 \sin^2 \varphi \, [c \sin \psi + (1-c) \sin^3 \psi]$$

Veličina c = 0,4 dobivena je iz uvjeta, da se pritisak vjetra ne smije promijeniti. Uz

$\sin^2 \psi = 0{,}4 \sin \psi + 0{,}6 \sin^3 \psi$ te

$\sin^3 \psi = 0{,}75 \sin \psi - 0{,}25 \sin^3 \psi$

dobivamo izraz:

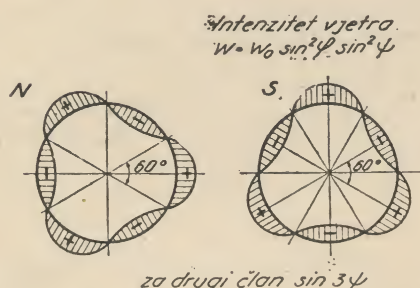
$$w = w_0 \sin^2 \varphi \, (0{,}85 \sin \psi - 0{,}15 \sin 3 \psi)$$

Dalje možemo računati za svaki od ta dva člana odjelito.

Način proračuna za prvi član bit će jednak onome, koji je već sprijeda izložen.

Proračun drugoga člana je kompliciraniji:

Na skici 23 prikazana je raspodjela sila za taj izraz.



Sl. 23 — Sile od opterećenja vjetrom — po intenzitetu kvadrata

Unutarnje sile od toga opterećenja imaju izraz:

$$N = N_n \sin 3\psi \qquad N_n = \frac{M_a - M_i}{\sin \varphi \, W}$$

$$T = T_n \sin 3\psi$$

$$S = S_n \cos 3\psi \qquad W = 0{,}072 \, r^2$$

Za proračun treba podijeliti kupolu u sektore i tada traženjem pojedinih sektornih veličina, kao da su to dijelovi čunja, dobiti vrijednosti gornjih veličina.

Veličina M_a, koju izazivaju vertikalne i horizontalne sile vjetra W_v i W_h, dobiva se umnoškom tih sila s njihovim krakom, η odnosno ξ, u odnosu na neutralne osi.

$$M_{an} = W_{hn} \eta_n - W_{vn} \xi_n$$

$$W_{hn} = 0{,}325 \, F_n \sin^3 \varphi_n \, w_0$$

$$W_{vn} = 0{,}333 \, F_n \sin^2 \varphi_n \cos \varphi_n \, w_0$$

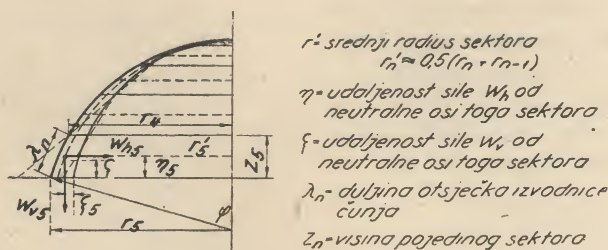
Veličine η, ξ i ζ mogu se odčitati sa grafičke skice 24.

Pomoćne su veličine jednake:

$$d_n = 0{,}108 \, r_n \qquad F_n = 2 \, r'_n \cdot \lambda_n$$

$$a_n = 0{,}866 \, r_n$$

Unutarnji moment M_i, koji nastaje uslijed sile S_n, na rubu sektora gdje se mijenja ugao susjednih čunjeva sektora, može se odrediti za svaki sektor po izrazu



Sl. 24 — Veličine potrebne kod proračuna sila od vjetra

$$M_{in} = \sum_{0}^{n} \Delta \mathfrak{M}_n \, \zeta$$

Ovdje je parcijalni izraz pojedinog sektora:

$$\Delta \mathfrak{M} = \Delta \left(W_v - \frac{M_a - M_i}{d} \right)$$

$$S_n = \frac{\Delta \mathfrak{M}}{2 \sin \varphi \, z}$$

Ovime dobivamo posmične sile, koje treba uzeti u obzir kod dimenzioniranja dijagonalne oplate.

Prstenastu silu T može se naći iz poznatoga odnosa

$$T = Z R - N$$

Ovdje je:

$$Z = w_0 \, (0{,}85 \sin \psi - 0{,}15 \sin 3 \psi)$$

Za rotacionu kupolu dao je Dischinger, u tablicama koje slijede, konkretne konačne vrijednosti sila na visinama kalote, koje odgovaraju zaokruženim veličinama centričnih kuteva.

Vrijednosti unutarnjih sila
rotacione kupole od opterećenja vjetrom po intenzitetu kvadrata sinusa

φ	Sile u kupoli		
	N_{maks}	T_{maks}	S_{maks}
10⁰	+ 0,035 Rw_0	+ 0,1212 Rw_0	+ 0,036 Rw_0
30⁰	+ 0,100 Rw_0	+ 0,4054 Rw_0	+ 0,115 Rw_0
50⁰	+ 0,220 Rw_0	+ 0,7318 Rw_0	+ 0,310 Rw_0
70⁰	+ 0,480 Rw_0	+ 1,2060 Rw_0	+ 0,670 Rw_0
90⁰	+ 1,200 Rw_0	+ 2,2000 Rw_0	+ 1,600 Rw_0

5. 2. Provjeravanje elemenata i spajala

Rebra kupole

Nakon što odredimo ukupnu silu, koja otpada na jedno rebro, provjeravamo tlačne napone u rebru i to tlačne napone pri dnu kupole, u ležajnom obruču, te napone u gornjem obruču. Čavle, koji spajaju oplatu kupole s lukovima proračunavamo na razliku sila N po duljini rebra. U rebrastih kupola, kada rebra služe kao samostalni

montažni nosači, presjek rebra i spoj s čavlima, koji veže pojas sa hrptom (ili rešetkom), provjerava se na montažno opterećenje, ono do kojega dolazi prilikom izvedbe kupole.

Prstenasta oplata

U tlačnoj zoni prstenaste oplate provjeravamo čeoni pritisak po čitavoj površini njegova presjeka. U vlačnoj zoni provjeravanje na rastezanje provodi se po površini: $F_n = 0{,}5\,F_b$. Čavli u vlačnoj prstenastoj oplati proračunavaju se iz uvjeta prekrivanja njegovih nastavaka, a stavljaju se u tankostijenim kupolama na mjesta gdje se ukrštaju daske prstenaste oplate i lukovi.

Svaku dasku prstenaste oplate treba pribiti o svako rebro barem s jednim čavlom.

Dijagonalna oplata

Posmična sila S, koja se određuje za dijagonalno opterećenje vjetrom, dat će u smjeru dijagonalne oplate tlačnu ili vlačnu silu S_r. Uzmemo li u obzir, da daske dijagonalne oplate leže pod kutem od 45° prema meridijalnom i obodnom smjeru, to ćemo dobiti silu na jedinicu širine dijagonalne oplate $S_r = S$.

Na tu silu provjeravamo napone u daskama dijagonalne oplate i proračunavamo čavle, koji spajaju tu oplatu s rebrima.

Gornji obruč

Gornji obruč provjeravamo na tlak u sastavcima. Tlačna sila u prstenu je:

$$N_s = N r_s$$

Tome je pretpostavka, da je $\cos\varphi = 1$, jer je:

$$N_s = p\, r_s$$

$$p = N \cos\varphi \approx N$$

Kod kupola sa svjetlikom:

$$N_s = \frac{Q_s}{2\pi} \operatorname{ctg} \varphi_s$$

Ovdje je:

N = maksimalna meridijalna tlačna sila kod obruča, a na jedinici duljine obruča

r_s = radius gornjeg obruča

Ležajni obruč (vijenac)

Vlačna sila u vijencu je: $N_d = H_1\, r_d$

Ovdje je:

$H_1 = \dfrac{H}{2\pi r_d}$ = razuporna sila kupole na jedinicu duljine vijenca,

$H = Q_L \operatorname{ctg} \varphi$,

r_d = radius vijenca,

Q_L = ukupna težina kupole i tereta,

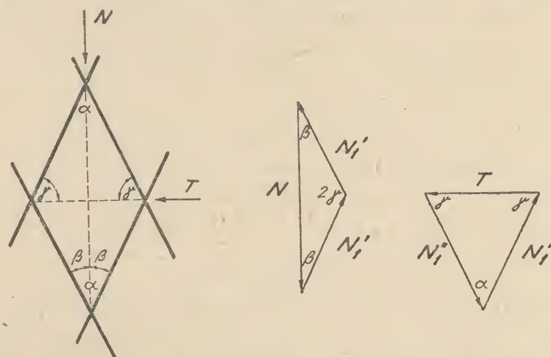
φ = polovina centričnog kuta kupole,

$$N_d = \frac{Q_L}{2\pi} \cdot \operatorname{ctg} \varphi.$$

Kod dimenzioniranja armiranog betonskog vijenca preporuča se ostati s naponima u betonu kod 25 kg/cm².

5. 3. Proračun mrežastih rotacionih kupola

Metode određivanja sila u rotacionim mrežastim kupolama analogne su sprijeda izloženom načinu. Pri tome računamo, da meridijanske sile i tlačne prstenaste sile preuzimaju kosnice, a prstenaste vlačne sile da preuzima prstenasta oplata.



Sl. 25 — Shema sila u čvoru mrežaste kupole

Sila N_1, koja otpada na jedan kosnik, određuje se po formuli:

$$N_1 = N_1' + N_1'' = \frac{c\,N_0}{\cos\beta} + \frac{\lambda\,T_0}{2\sin\beta}$$

Ovdje je:

N_0 i T_0 = meridijalna, odnosno prstenasta sila na jedinicu širine odnosnog presjeka kupole, koji se određuje iz zadanog kuta φ po istim formulama kao i kod tankostijenih kupola,

$N = 2c\,N_0$,

$T = \lambda\,T_0$,

c = polovina hoda mreže kosnica mjerena po horizontalnom presjeku,

λ = duljina odreska luka, mjerena po meridijanu između obližnjih čvorova, uz onaj koji proračunavamo,

α = kut između kosnica, a $\beta = 0{,}5\alpha$.

Sile N i T određuju se za vlastitu težinu i teret snijega po čitavoj kupoli.

Dogodi li se, da je sila T u čvoru vlačna, tada se posljednji član u formuli za N_1 izostavlja, a silu T treba preuzeti prstenastom oplatom.

Dimenzije presjeka kosnica obično se uzimaju tolike, da bude osigurana stabilnost kupole. Pri tome visina kosnica ne smije biti manja od $\frac{Ls}{150}$.

Jedinično kritično opterećenje može se odrediti po formuli:

$$Q_{kr} = \frac{2\,E\,h^2}{R^2\sqrt{3}}$$

h je srednja proračunska debljina konstrukcije kupole, koja se ovdje određuje po formuli:

$$h = h_k \sqrt[3]{\frac{b_k}{2c}}$$

Računamo, dakle, s ljuskom čija je krutost ekvivalentna krutosti mreže kosnica.

h_k = stvarna visina kosnice,

b_k = stvarna širina kosnice.

Gornja formula može se koristiti za sve slučajeve opterećenja.

Meridijanska sila, koja odgovara nađenoj veličini q_{kr} određuje se po formuli:

$$N_{kr} = \frac{R\,q_{kr}}{2}$$

Odnos, koji predstavlja koeficijent sigurnosti između dobivene meridijalne sile N_{kr} i maksimalnoga N, koji odgovara proračunskom opterećenju ne smije biti manji od 30.

Vlačna prstenasta oplata, gornji obruč i vijenac, proračunavaju se onako kao što je sprijeda izloženo. Vijci u čvorovima proračunavaju se kao i kod mrežastoga svoda po formuli: $N_v = N_1 \operatorname{ctg} \alpha$.

5. 4. Križni svodovi

Kod ovih konstrukcija pojedini sektori djeluju kao mrežasti svodovi oslonjeni po trim stranama. Što je veći broj sektora tim će više križni svod djelovati kao rotaciona kupola. Ako je odnos duljine B, osnovice sektora, prema duljini L_s luka poprečnoga presjeka svoda manji od jedinice, a obično je tako, križni svod možemo proračunavati kao rotacionu kupolu.

Pojedini sektori svoda provjeravaju se i na izvijanje u smjeru izvodnica svoda pod djelovanjem tlačne sile T.

U zoni, gdje je prstenasta sila tlačna, oplata se računa samo na lokalno savijanje na rasponu jednakom razmaku kosnica.

Kod nesimetričnog opterećenja prstenasta oplata osigurava neizmjenljivost oblika mreže, a preuzima i razupornu silu sektora svoda. Ta se sila određuje po jedinici duljine luka poprečnog presjeka svoda.

6. Geometrijski proračuni

Naročito treba istaknuti, da je kod izrade projekta drvenih kupola potrebno utrošiti relativno mnogo vremena na t. zv. geometrijski proračun, kojim se izračunavaju dužine i oblici pojedinih komada drveta i pojedinih dijelova konstrukcije.

Točnost izračunatih duljina mora biti milimetarska, kao i kod čeličnih konstrukcija. Tako točno treba proračunati sve kote i dimenzije, koje su potrebne za izvedbu pojedinih dijelova i čitave kupole.

Uslijed toga je često geometrijski proračun kupola opsežniji od statičkoga proračuna. Osobito je to slučaj kod mrežastih kupola, kod kojih je geometrijski proračun naročito opsežan i kompliciran, znatno više od uobičajenog statičkog provjeravanja.

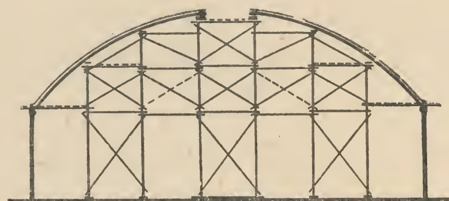
7. O izvedbi

Radovi na izvedbi drvenih kupola moraju biti točniji od radova na bilo kojoj drugoj vrsti drvenih konstrukcija. Unatoč tome — unatoč opće poznatoj činjenici da točnost u izvedbi takvih konstrukcija nikada nije prevelika — možemo konstatirati, da te kupole ne zahtijevaju niti izdaleka onoliku preciznost i točnost kolika se na primjer mora postići kod čeličnih kupola, a pogotovo kod tankostijenih armirano-betonskih kupola.

Glavnu pažnju kod izvedbe kupola treba obratiti na to, da se kupoli dade što točniji i pravilniji oblik; upravo onakav kakav je bio projektiran. Kod toga je veoma važno, da svi tlačni sastavci i nastavci pojasa rebara i dasaka oplata budu točno priljubljeni. To se postiže propiljivanjem uz napinjanje klinovima.

U okviru ovih izlaganja ne možemo se upuštati u opise pojedinih elemenata kupola od drveta te u izlaganje načina ispravne izvedbe takvih nosača, koji su svaki za sebe posebni zadaci.

Napominjemo samo, da o dobroti izvedbe pojedinačnih dijelova, a, što je naročito važno, o jednoličnosti produkcije takvih elemenata ovisi u prvom redu kvalitet čitave prostorne konstrukcije kupole. Ovo je osobito vrijedno imati na umu, jer dobrota izvedbe samo nekih elemenata ili, što je još gore, samo stanovite količine od ukupnog broja elemenata jedne vrsti (na pr. Emyevi lukovi ili punostijeni lukovi i dr.) ne znači sama po sebi ništa, dapače, ona može biti uzrokom neispravnog, pa i pogibeljnog, toka prenosa sila u konstrukciji.



Sl. 26 — Shema skele za izvedbu ljuskastih kupola

Tankostijene kupole nemaju krutih elemenata, koje bi bilo moguće iskoristiti kao nosive konstrukcije za vrijeme montiranja kupole. Stoga se obično takve kupole izvode na lakim skelama izrađenim na uobičajeni način preko tlocrta čitave kupole.

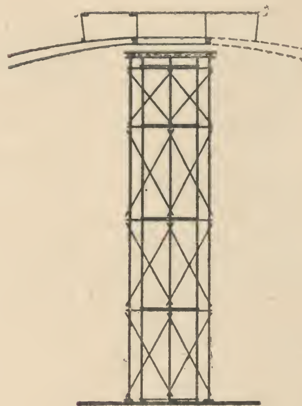
Meridijalna rebra ovih kupola su vrlo gipka, pa ako nisu izrađena lijepljenjem, dobro ih je dizati i prenositi u parovima svezane, na pr. kao nosač s kladicama.

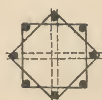
Rebraste kupole su u tome pogledu povoljnije, jer se kruta rebra mogu koristiti za slobodno montiranje tako, da ne treba izrađivati kompletne skele. Pojedini montažni drveni elementi lagani su, pa za montiranje dostaju najobičnije sprave za dizanje, koje se mogu lako izraditi na svakom gradilištu. Težine pojedinih komada dosižu i kod vrlo velikih raspona najviše 500 do 800 kg.

S obzirom na malena opterećenja mogu i skele biti izrađene od tankih profila drvene građe.

Ako je predviđena slobodna montaža kupole, tada treba u statičkom ispitivanju provjeriti i sva

stanja u koja može rebro doći prilikom prenosa, dizanja i postavljanja na mjesto, dakle u raznim fazama izgradnje, a sa shemama nosača, koje tada nastaju. Treba paziti na to, da će rebro u stanovitoj fazi, ako ga nismo naročito povezali zategom, djelovati kao slobodni nosač, opterećen na savijanje; bilo da je poduprt na krajevima, ili negdje bliže sredini. Usto treba ispitati i djelovanje uzdužne sile u rebru; stabilnost rebara kod prenosa i prevoza radi mogućnosti prevrtanja i sl.





Sl. 27. — Montažni stup za slobodnu izgradnju

Osnovna konstrukcija, koja drži rebrastu kupolu kod montiranja je, uz ležajni obruč, montažni stup u sredini kupole. Taj se stup može izraditi od nekoliko stupaca poredanih pravilno u horizontalnom presjeku u poligon. Stupci su međusobno učvršćeni sa klieštima i križevima.

Radi boljeg učvršćenja stup se može razapeti sa čeličnim užetima o izrađeni vijenac kupole.

Montiranje kupole počinje podizanjem i namještanjem rebara — kod rebraste kupole namještaju se najprije kruta rebra — ako se slobodno montira. Donji krajevi rebara odupiru se o vijenac kupole, a gornji kraj se osloni na donju polovinu gornjeg obruča, koji se prethodno postavi na vrh stupa i tamo točno učvrsti.

Za vrijeme montiranja rebra se povežu montažnim vezama, a istodobno s rebrima ugrađuju se i prstenasta ukrućenja — ukoliko su predviđena.

Montiranje počinje na dva ili četiri nasuprotna mjesta, tako da stup bude nesimetrično opterećen najviše sa teretom od jednog rebra.

Nakon dovršene montaže rebara i prstenastih ukrućenja — te tako zvane donje mreže kupole — ugrađuje se najprije prstenasta, a zatim dijagonalna oplata.

M r e ž a s t e r o t a c i o n e k u p o l e mogu se montirati bez kompletnih skela. Dovoljno je izraditi centralni stup, položiti na njega gornji obruč i prebaciti između stupca i vijenca laganu pokretnu radnu skelu, koja seže samo ispod jednog dijela tlocrta, a po potrebi može se kretati naokolo centralnog stupa.

Montiranje mreže počinje ozdo prema gore u prstenovima, uz postepeno zatvaranje horizontalnih sektora po visini.

Ako želimo što manje premještati radnu skelu možemo montirati i odjednom čitav jedan isječak kupole od donjeg do gornjeg obruča.

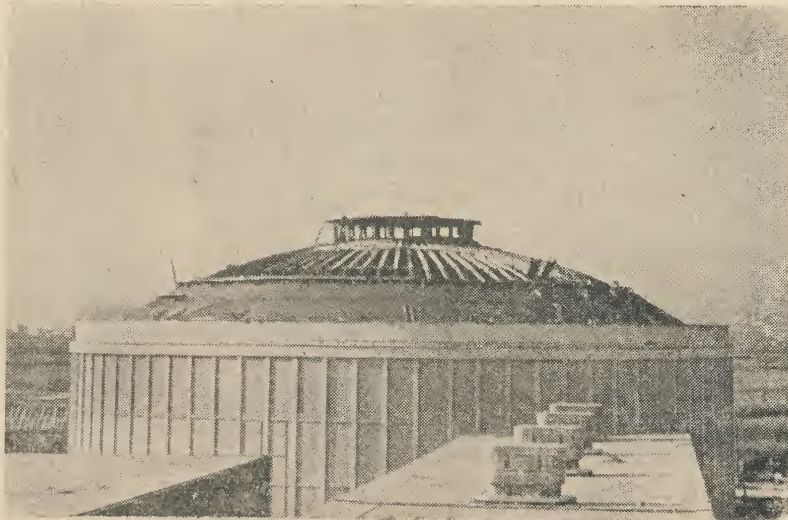
Kod montiranja mreže sa Zollingerovim spojevima prvotno ne zatežemo vijke do kraja; sve dok mrežu posve ne zatvorimo. Tek tada počinjemo sa definitivnim napinjanjem ili popuštanjem vijaka u čvorovima, pa time dajemo kupoli definitivni pravilni oblik projektirane rotacione kalote.

K r i ž n i s v o d o v i mogu se izvesti također na slobodan način, bez fiksnih skela. Kod njih možemo upotrebiti grebenove kao montažne skele i najprije njih montirati, a zatim o njih objesiti radne skele za montažu mreže sektora svoda. Pritom treba ispitati, da li grebeni mogu izdržati takovo opterećenje. Jednako tako treba ispitati i stanja u gotovoj konstrukciji i raspodjelu sila, koja bi se eventualno uslijed toga mogla promijeniti. Ovdje, dakle, izradimo najprije centralni stup; na njega montiramo obruče i grebene, a zatim ostale elemente križnih svodova. Kod prenosa i montiranja treba grebene ukrutiti.

Poželjno je, da se radne skele vješaju istodobno na naspramnim stranama, da bi konstrukcija bila uvijek simetrično opterećena.

Dijelovi pokrova, kod svih tipova kupole, postavljaju se naknadno, nakon što je konstrukcija oslobođena od skela. To su razni slojevi izolacija, krovne letvice, limovi, ljepenka i drugo. Na taj način se sile od tereta kupole ne prenose u te dijelove, što je veoma važno, jer inače mogu biti takvi slojevi brzo uništeni.

Daljnji podaci i potankosti o izradi projekta i izvedbi, kako elemenata kupole, tako i čitave konstrukcije, bit će obrađeni u nastavku ovoga članka opisom radova na drvenoj kupoli Brodarskog instituta u Zagrebu.



Sl. 28 — Kupola u Zagrebu za vrijeme izgradnje

MONTAŽNI POTPORNI ZIDOVI U RUDNIKU VAREŠ

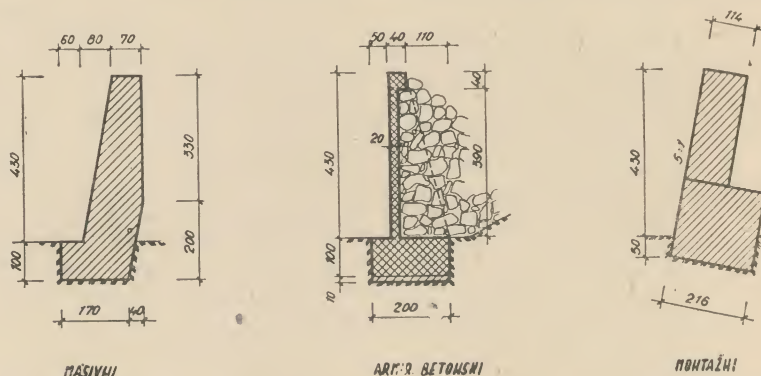
Ing. Rajko Simić, Zagreb

U cilju povećanja kapaciteta rudnika željezne rude Vareš uložena su znatna finacijska sredstva u izgradnju objekata za pripremu, transport i istovar rude ili za otpremu jalovine sa dnevnog kopa. Predviđeno je da se izgrade tri uspinjače sa strojarnicama, skip, 2 žičare ukupne dužine 5 200 m, 40 km željezničkih pruga, 20 km cesta, 10 km reguliranih tokova rijeka i potoka, nekoliko mostova, drobilana, utovarnih stanica i dr. Veći dio navedenih objekata je već potpuno završen, a manji dio će biti završen tokom slijedeće godine. Svi ovi objekti usječeni su u strmo nagnutim padinama na nadmorskoj visini oko 900 m, a u svrhu zaštite konstrukcije bilo je potrebno projektirati velik broj potpornih zidova.

Građevinsko projektiranje za rudarstvo ima specifičnosti o kojima projektant mora voditi računa. Ali zbog tradicije i propisa, koji vežu građevinske projektante, niz objekata je bio projektiran solidno i definitivno kao da trebaju trajati čitavu vječnost, dok su u rudarstvu svrsishodniji privremeni objekti s razloga, što je vrijeme eksploatacije nekog rudarskog objekta u pravilu znatno manje, nego li u ostalim privrednim granama. Od važnosti je s jedne strane činjenica, da tehnika stalno napreduje i da rudari elastično primjenjuju stalno sve novije i novije metode rada, a s druge strane i činjenica, da je rudarski objekt samo tako dugo potreban dok rudne rezerve ne budu iscrpljene.

Zbog toga smo prilikom projektiranja nastojali da trajnost objekta prilagodimo što više stvarnim potrebama trajanja eksploatacije, kao i da uz što manje troškove omogućimo promjenu, rekonstrukciju ili preselenje nekog objekta, tako da su potporni zidovi za zaštitu objekata kao i potporni zidovi željezničkih pruga i cesta projektirani iz montažnih elemenata. Slične konstrukcije su se afirmirale u inostranstvu, međutim kod nas su bile neuobičajene.

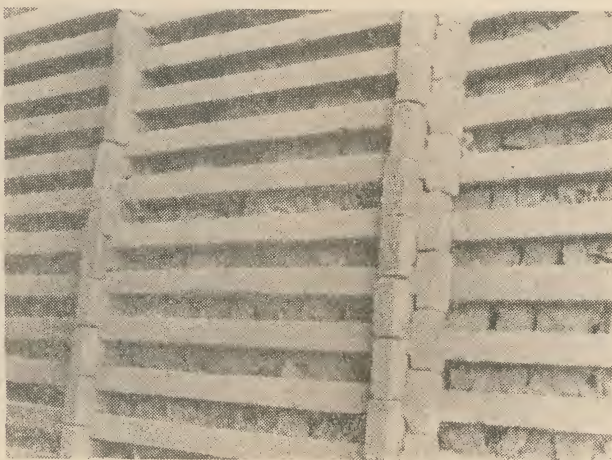
U ljeto ove godine dobio sam zadatak da izradim projekt potpornog zida oko strojarnice uspinjače Smreka istok u Varešu. Da bi uvjerljivo dokazao ekonomičnost montažnog potpornog zida izradio sam glavni projekt potpornog zida u tri varijante:



Sl. 1 — Poprečni presjeci potpornog zida (tri varijente)



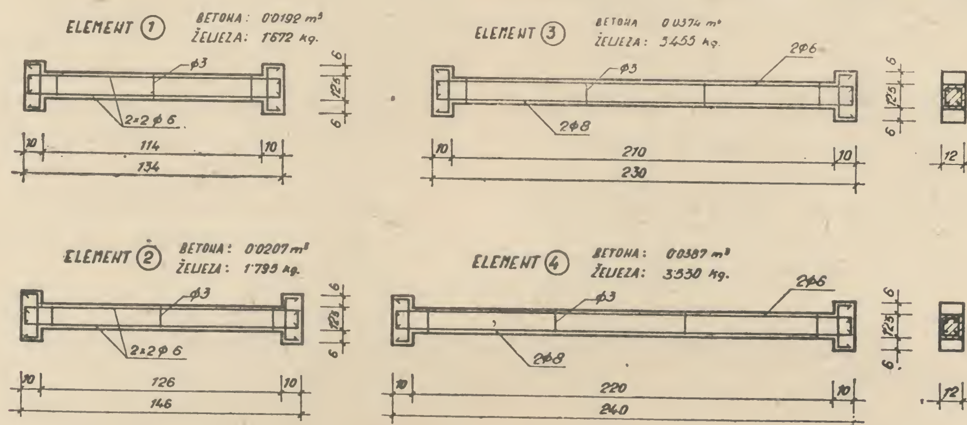
Sl. 2 — Montažni potporni zid u Varešu



Sl. 3 — Detalj montažnog potpornog zida u Varešu

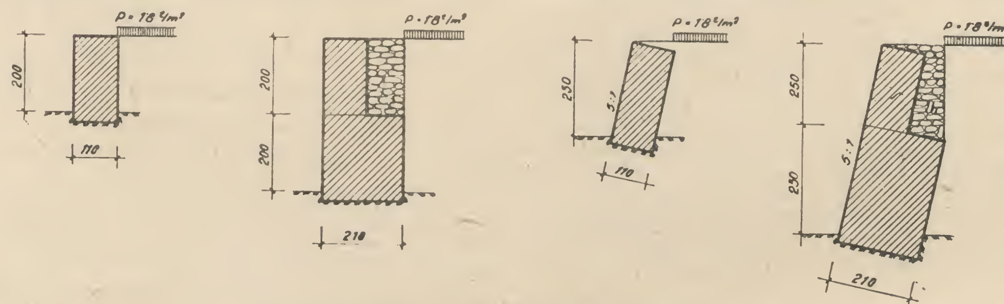
1. varijanta od masivnog betona,
2. varijanta od armiranog betona,
3. varijanta s montažnim elementima.

Na osnovu tog projekta građevinsko poduzeće »Graditelj« iz Sarajeva, gradilište Vareš, izradilo je uporednu kalkulaciju za jedan dužni metar potpornog zida i dalo slijedeće jedinične cijene:



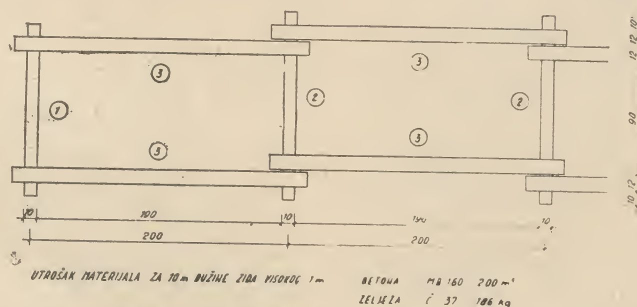
Sl. 4 — Elementi montažnog potpornog zida

1. potporni zid od masivnog betona 103 500 din/m,
2. potporni zid od armiranog betona 95 500 din/m,
3. potporni zid od montaž. elemenata 65 000 din/m.



Sl. 5 — Tipovi montažnog potpornog zida

Na osnovu te kalkulacije investitor, Rudnik i željezara Vareš, usvojio je varijantu zida s montažnim elementima, a građevinsko poduzeće »Graditelj« je takav zid već u septembru o. g. izvelo.

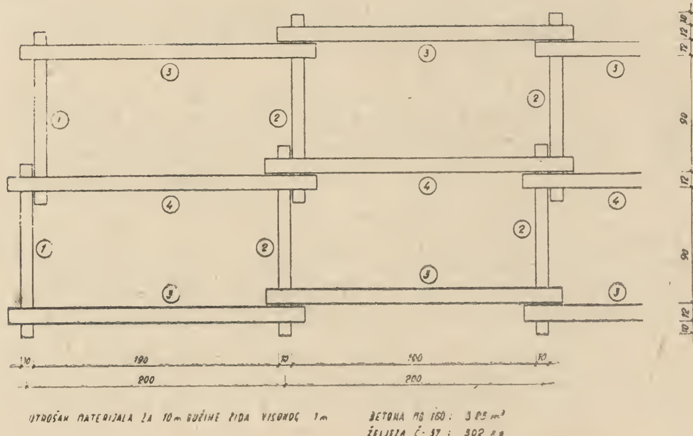


Sl. 6 — Tlocrt jednorednog montažnog potpornog zida

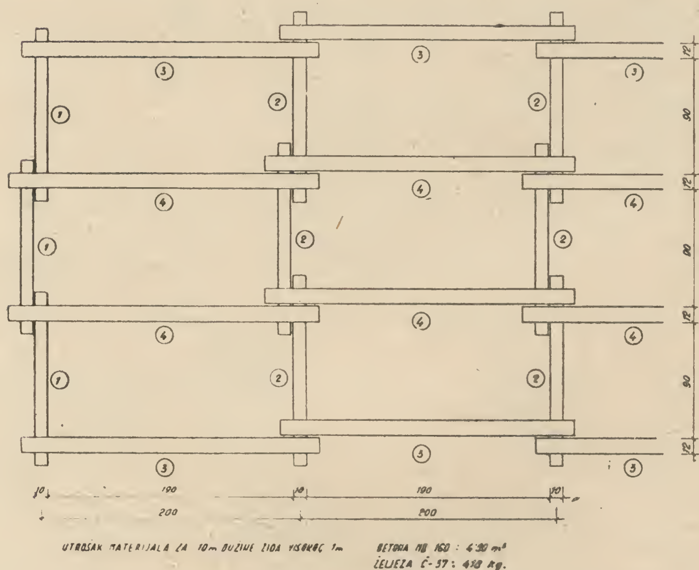
Montažni potporni zid se sastoji iz 4 vrste elemenata: elemenata 1 i 2, koji stoje poprečno, a težine su oko 50 kg, i elemenata 3 i 4, koji stoje uzdužno, a težine su oko 90 kg. Ovi se elementi betoniraju na pogodnom mjestu i gotovi transportiraju na gradilište.

Na izravnanu podlogu, koja mora biti horizontalna, ako je potporni zid vertikalan, ili kosa, ako je zid u nagibu, polažu se prvo uzdužni elementi, a na njih poprečni elementi. Na svaki 1 m visine prazan prostor treba zapuniti lomljenim kamenom, koji je uz rub veće dimenzije od 15 cm. Ako se izvodi zid pod nagibom (5 : 1) mora se nakon svakog jednog metra visine zapuniti prostor iza zida lomljenim kamenom.

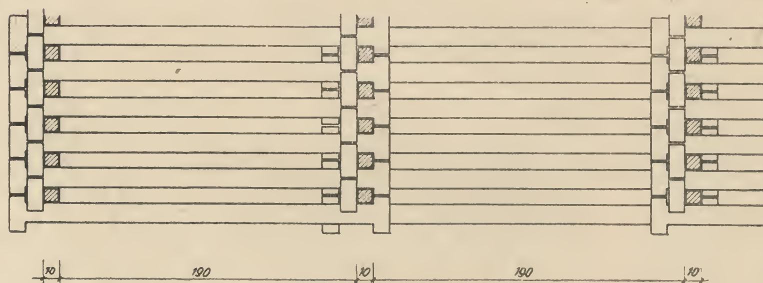
Pojedini elementi su dimenzionirani za horizontalan potisak ispune uz pretpostavku djelovanja opterećenja kao u ćelijama silosa. Za dimenzioniranje zida pretpostavlja se zajedničko djelovanje obloge iz elemenata i ispune kao jedne



Sl. 7 — Tlocrt dvorednog montažnog potpornog zida



Sl. 8 — Tloert trorednog montažnog potpornog zida



Sl. 9 — Presjek montažnog potpornog zida

cjeline sa zbrojenom težinom obloge i ispune. Stražnja stijena nije glatka betonska ploha, kao kod masivnog zida, već se sastoji od elemenata međusobno razmaknutih, pa se u statičkom ispitivanju zida može usvojiti veći kut trenja između zemlje i zida nego li kod masivnog zida. Montažni zid može biti jednoredan (za visine do 3 m), dvoredan ili troredan (za veće visine zida). Tako, na primjer, za slučaj, da je planum u visini krune zida, kut prirodnog pokosa zemljišta 30^0, a pokretno opterećenje na planumu 1,2 t/m^2, dobivamo tipove montažnog potpornog zida prikazane u slici 5.

Montažni potporni zidovi imaju velike prednosti:

1. Montažni potporni zid iste visine i stabilnosti jeftiniji je od masivnog ili armiranog betonskog zida.

2. Elementi se mogu izrađivati i zimi, a ugrađivati ranije nego počinje normalna građevinska sezona, s razloga što niske noćne temperature nemaju utjecaja na elemente.

3. Transport gotovih elemenata je jednostavniji nego izrada betona na licu mjesta, naročito u brdskim predjelima.

4. Polaganje elemenata može vršiti nekvalificirana radna snaga.

5. Montažni se zid po potrebi može demontirati i elementi ponovo upotrebiti na drugom mjestu, te ga se stoga naročito može preporučiti za provizorije.

6. Smanjena je potrošnja drvene građe za oplatu.

7. Montažni zid se po visini lako prilagođuje terenu.

8. S estetskog stanovišta montažni zid ima veliko preimućstvo, pošto nema jednoličnu dosadnu plohu cementne boje, obično sa gnijezdima, kao masivni potporni zid, već je pun plastike, s horizontalnim i vertikalnim linijama i sjenama.

PROJEKT ŽELJEZNIČKOG SPOJA ZENICA—DUVNO—SPLIT

Odbor za gradnju pruge Lašva—Split u Splitu izdao je u ovoj godini publikaciju »Željeznička pruga Zenica—Duvno—Split«, u kojoj prikazuje potrebu i mogućnosti takve veze. Ova studija ponovo iznosi detaljnije argumente za ostvarenje već davno potrebne veze pomoću željezničke pruge između sredine Bosne i luka na srednjem Jadranu. Radi informacije naših čitalaca smatramo umjesnim da damo u slijedećem glavne izvode iz te interesantne publikacije.

I. Kratak historijat projekata

Prvi prijedlog za izgradnju takvog željezničkog spoja bio je dat već godine 1846. Iza toga se u većim i kraćim vremenskim razmacima, dakle u razdoblju dužem od jednog stoljeća, stalno pojavljuju ponovni prijedlozi. Godine 1862 grad Split dobio je prethodnu koncesiju za trasiranje pruge Split—Livno—Beograd. Komplicirani tadašnji međunarodni i financijski odnosi nisu pogodovali ostvarenju te ideje. Za vrijeme bivše Austro-Ugarske bio je predložen u vremenu od godine 1890 do 1914 na tom potezu niz trasa za pruge normalne širine i za uskotračne pruge, dok nije u proljeće 1914 ozakonjena uskotračna pruga Bugojno—Aržano—Dugopolje—Split. Izgradnja te pruge započela je, no izbijanje prvog svjetskog rata god. 1914 omelo je daljnju izgradnju.

Poslije Prvog svjetskog rata pojavljuju se novi prijedlozi za željezničku vezu srednja Bosna sa srednjom Dalmacijom. Tako predlaže god. 1920 ing. Petar Senjanović alternativne trase Split—Mostar—Sarajevo odnosno Split—Aržano—Rama—Sarajevo preko Ravnog, s vezom u Prozoru na projektiranu prugu Banjaluka—Jajce—Bugojno—Prozor—Rama. U raznim nacrtima željezničke mreže bivše Jugoslavije postoje prijedlozi iz god. 1926/27 za povezivanje Splita s Duvnom.

Poslije Drugog svjetskog rata je u god. 1947 izrađen pretprojekt trasa s izlazom iz Solina i sličan po smjeru sada predloženoj trasi 1, no s nagibima do 25‰.

God. 1950 predložio je Urbanistički zavod u Splitu zamjenu za postojeću prugu Split—Perković—Knin trasu s maksimalnim nagibom od 15‰ od Solina tunelom od 3 000 metara dužine ispod Kozjaka do Konjskog i dalje do Livna preko Aržana s vezom preko Tepljuha do Knina.

U god. 1950 iznio je ing. Jerko Alačević prijedlog u pretprojektu pruge smjera Split—Aržano—Duvno—Šujica—Mračaj—Bugojno s tunelom dužine od oko 19,4 kilometara ispod Kupreške visoravni s varijantama.

God. 1950 do 1952 predloženi su nadležnoj revizionoj komisiji pretprojekti varijanata Split—Livno s maksimalnim nagibom od 15‰ u više varijanata: A, B, C i 1).

God. 1952 bio je po Komisiji za reviziju programa izgradnje Savjeta za saobraćaj i veze Vlade FNRJ odobren pretprojekt 1) pruge normalne širine Split—Klis—Aržano—Livno. Prema tome pretprojektu izrađuje Sekcija za projektiranje željezničkih pruga u Splitu pod vodstvom ing. Huge Kolba idejne projekte ovih željezničkih veza. Radove na projektiranju u god. 1954 i 1955 financira Odbor za izgradnju pruge Split—Lašva, a potrebna novčana sredstva stavili su na raspolaganje glavni interesenti te pruge: grad Split, kotari Split, Imotski, Livno, Prozor, Bugojno, Travnik i Direkcija Jugoslavenskih željeznica u Zagrebu.

II. Ekonomske podloge za gradnju pruge (vidi sliku 1)

Split kao pomorska luka mora imati i svoje zaleđe, s kojim mora biti ekonomski povezana. Postojeća željeznička prometna veza sa zaleđem Splita nije samo u svom tehničko-pogonskom pogledu manjkava i nedovoljna, već ima još i tu manu, da većinu kotara splitskog zaleđa ne povezuje s tom lukom.

Tako ostaju kotari Imotski, Livno, Duvno, Prozor, Bugojno, Glamoč, Travnik i Zenica, koji u pogledu prekomorskog prometa bez sumnje gravitiraju splitskoj luci, bez prave veze s tom svojom izvoznom bazom. Srednja Bosna, kojoj većina ovih kotara pripada, ne može iskorišćivati u dovoljnoj mjeri svoja prirodna bogatstva uslijed pomanjkanja podesne prometne veze s morem, s druge strane opet primorski krajevi srednjeg Jadrana oskudijevaju u nizu artikala, koje bi im moglo dobavljati ovo srednjebosansko zaleđe. Pomanjkanje te prometne veze prouzrokuje, da se svi ti krajevi u privrednom pogledu ne mogu razvijati u onoj mjeri kako bi bilo poželjno i potrebno za opću dobrobit tamošnjeg stanovništva.

Prvenstveno treba riješiti pitanje produkcije i distribucije ugljena na tom području. Poznata je činjenica, da se u stalno većem opsegu osjeća manjak ugljena u Jugoslaviji općenito, a u pogledu dalmatinskih industrija napose. Taj manjak trebalo bi nadoknaditi povećanjem produkcije postojećih i otvaranjem novih ugljenokopa. Jedna mjera za ublaženje te krize bila bi povećanje kapaciteta ugljenokopa u Duvanjskom polju i omogućenje njegovog transporta izgradnjom pruge Duvno—Split. Zalihe domaćeg dalmatinskog ugljena prilično su iscrpljene, te postoji uslijed toga potreba, da se omogući šire korištenje ugljena livanjskog i duvanjskog bazena, koji imaju prema stručnoj procjeni još rezerve od preko 200 miliona tona mrkog ugljena i oko 267 miliona tona lignita.

U drugom redu navedeno srednjebosansko područje, napose gornjevrbasko, bogato je šumom, ali je nepristupačno zbog pomanjkanja odgovarajućih prometnih putova za masovnu otpremu sječive drvene mase u drvom deficitarne krajeve, kao i za izvoz morem. Izgradnjom ove projektirane pruge ti će dosada slabo korišteni krajevi postati pristupačni, te će biti omogućeno racionalno korištenje tih šumskih predjela. Stručna procjena drvenih masa t. j. tehničko i ogrevno drvo za kotare Livno, Duvno i Glamoč te za kotare Bugojno, Prozor i Travnik za perspektivno korištenje godišnjeg prirasta iznosi:

za lokalne potrebe stanovništva oko 250 000 m^3,
za izvoz i strano tržište . . oko 450 000 m^3.

Kao daljnji ekonomski faktor dolaze u obzir opsežna područja s cementnim laporcima, kojih bi moglo biti prema stručnoj geološkoj procjeni samo u okolini Livna do 65 miliona tona. Prema tome postoji u tim predjelima uz navedene rezerve mrkog ugljena i lignita sigurna sirovinska baza za razvitak cementne industrije.

Također rudno bogatstvo tih krajeva moglo bi se novom prugom početi eksploatirati u daleko većoj mjeri no što dozvoljavaju današnje mogućnosti. Prvenstveno dolaze tu u obzir boksiti vrlo dobrog kvaliteta, osim tih još gips, bituminozni škriljci, magnetit, hematit, limonit, manganske rude, barit i dr.

Izgradnjom ove pruge i razvitkom industrije na tom području bila bi uvjetovana i izgradnja niza hidrocentrala. Njihova mjesta i elementarni podaci razabiru se iz tabele u slici br. 1.

Konačno ova projektirana pruga povezuje krajeve naših najvećih nemelioriranih kraških polja. Životni standard stanovnika tih krajeva je nizak uslijed nerazvijene poljoprivrede i industrije, te su ti kotari osuđeni na stalnu pasivnost, premda postoje svi uvjeti za snažan privredni razvitak. Sva ta kraška polja nabrojena su u tabeli na slici br. 1. Broj stanovništva u kotarima u kojima se ta polja nalaze iznosi oko 200 000. Melioracijom tih polja moglo bi se dobiti dovoljno žita za ishranu stanovništva pasivnih krajeva Bosne i Dalmacije.

Prema perspektivnom razvoju poljoprivrede u tim krajevima moglo bi se računati s izvozom biljne i stočne proizvodnje od preko 80 000 tona godišnje uz 70 000 tona uvoza proizvoda iz primorskih krajeva.

Pruga bi spajala gradove i kotare na čijem području danas živi preko 550 000 stanovnika.

III. Opis trasa pruge

1. Glavna trasa (vidi pod 1 u sl. 2 i 3)

Ova trasa penje se postepeno od Solina iznad postojeće pruge Split—Perković na padinama brda Kozjak, okreće kružnim tunelom dužine od oko 1300 m prema Klis Grlu. Ona dalje prolazi Dugopolje, Dicmo, Ugljan, Vinicu i Aržano, te izbija na Buško Blato. Tu se odvaja krak pruge za Livno u dužini oko 35 km. Elementi trase jesu maksimalni nagib od 15‰ i minimalni polumjer krivine od 300 metara.

Na potezu do Aržana iznosi ukupna dužina tunela 3500 m, a od većih objekata treba spomenuti samo most preko kanjona rijeke Cetine s rasponom oko 60 metara. Dužina pruge Split—Aržano iznosi oko 84.5 kilometara.

Od Aržana izbija trasa pored Bukove Gore, Grabovice, Stipančića na Duvanjsko polje i dolazi do Duvna. Između Duvna i prozorske kotline trasa prolazi Ljubušu i Proslapsku planinu tunelom dužine oko 16500 metara. Iza stanice Rumboci siječe trasa Radušu planinu tunelom dužine 6 800 m. Od tunela trasa se razvija dolinom potoka Voljice i kasnije dolinom rijeke Vrbasa do ispred Bugojna. Od Bugojna trasa se penje padinama masiva Rudine i Kali i ulazi ispod visoravni Roguša u tunel od oko 8 500 metara dužine. Iza tunela spušta se trasa do km 120 pretprojekta, gdje se u blizini Travnika veže na uskotračnu prugu Lašva—Travnik, koja se preuređuje na prugu normalne širine.

Prema tome pretprojektu trasa br. 1 od Solina do Lašve duga je oko 228 kilomatara te ima oko 44 kilometra (t. j. oko 20%) tunela s najvišom tačkom penjanja na koti 940 metara n. m. u najdužem tunelu kroz Ljubušu i Proslapsku planinu (vidi uzdužni profil trase u slici 3).

U bližem gravitacionom području trase br. 1 nalaze se najkrupniji izvori bruta za tu prugu, kao nalazišta ruda oko Sinja i Imotskog, livanjsko-duvanjski ugljeni bazen, velika kraška polja, šumski predjeli gornjo-vrbaskog područja, rudna nalazišta u dolini Rame, krupna industrijska poduzeća u dolinama Vrbasa i Lašve, sa Splitom i Zenicom na krajevima trase.

Ovu predloženu prugu Split—Aržano—Duvno—Travnik—Zenica trebalo bi izgraditi u etapama.

U prvoj etapi bilo bi poželjno da se izgrade odsjeci pruge:

a) Split—Aržano—Duvno (Livno),

b) Lašva—Travnik—Bugojno—Gornji Vakuf, na kojem se je odsjeku već počelo preuređenjem uskotračne pruge na prugu normalne širine na potezu Lašva—Travnik.

Ti su dijelovi predložene pruge Split—Zenica relativno laganiji za izgradnju nego srednji dio, a imaju sami za sebe opravdanje u vrlo nužnim prometnim i ekonomskim potrebama područja kroz koje prolaze. Prvom etapom izgradnje bila bi riješena najhitnija ekonomska pitanja, prvenstveno pitanje opskrbe srednje Dalmacije kvalitetnim ugljenom.

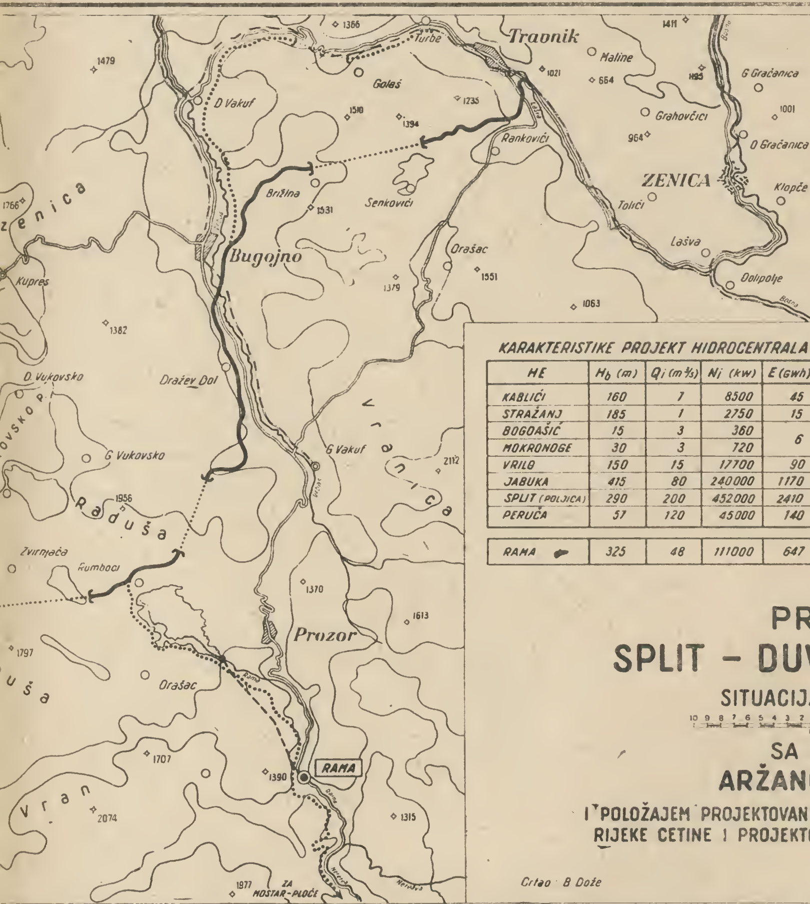
Za drugu etapu preostaje onda izgradnja srednjeg dijela trase, koji je u pogledu troškova građenja relativno najskuplji, a tehnički najteži. Njegovu izgradnju odredit će ekonomske potrebe i financijske mogućnosti.

Teplju · Siverić · Bročić · Škovo · Kaočine · Drniš · Vrhka · Ježević · Sajković · Glamoč · Bojmunte · Pokrovnik · D. Kričke · Otavice · Maovice · Koljane · Milkovići · Moseć · Umljanović · Baljci · Otišić · Podumci · Unešić · Maljkovo · Rujani · Strupnić · Vidimlije · Ždralovac · Lusnić · Dolac · Perković · D. Utore · Grivac · Potravlje · Milešina · PERUČA · Bitelić · Odžak · Priluka · KABLIĆI · Cincar · Ramljine · Zelovo · Lučane · Sutina · Muć · Lećevica · Brštanovo · Prolog · Livno · Žabrišće · Obrovac · Glijev · Lipa · Sinj · Sićane · Otok · Srdevići · Vidoši · Zagoričani · Simići · Bročanac · Koprivno · Ruda · Podhum · VRŽERALE · Tušnica · K. Novi · Trogir · Divulje · Konjsko · K. Sućurac · Turjaci · Dicmo · Trilj · JABUKA · Voštane · Prisoje · Duvno · VRILO · Klis · Solin · SPLIT · Dugopolje · Bisko · D. Tijarica · BUŠKO BLATO · Grabovica · Čiovo · Žrnovnica · Putišić · Ugljane · Aržano · Dobranje · Zidine · Vinica · Kovači · Mrkodol · Jesenice · Biorine · Blato · Studenci · Raška Polje · Rudine · Gata · Omiš · SPLIT POLJICA · Provo · Zavelim · ZA IMOTSKI–MOSTAR · Mesihovina · JADRANSKO MORE · ŠOLTA · BRAČ · Mosor · Svilaja · Dinara · Kamešnica · Opor · Moseć · LIVANJSKO POLJE · GLAMOČKO POLJE · SINJSKO POLJE · KUPREŠKO P. · DUVANJSKO P. · Novo selo · Blagaj · Vlasulje · G. Malovan · D. Malovan · Rilići · STRŽANJ · BOGDAŠIĆ · Šujica · MOKRONOGE · Mandino · D. Brišnik

Šematska situacija varijanata pruge
Zenica – Duvno – Split
Zenica – Prozor – Jablanica – Mostar
Aržano – Livno

②





LEGENDA.

- Kraška polja
- Šume
- Rijeke
- Stalne ili zimske akumulacije u projektu
- Nasipi
- Kanali } u projektu
- Tuneli } u projektu
- Hidrocentrale } u projektu
- Pumpna stanica } u projektu
- Ceste
- Postojeće željezničke pruge
- Projekt. pruga Split - Livno - Duvno - Zenica
- Varijante projektovanih trasa

KARAKTERISTIKE PROJEKT HIDROCENTRALA

HE	H_b (m)	Q_i (m³/s)	N_i (kw)	E (Gwh)
KABLIĆI	160	7	8500	45
STRAŽANJ	185	1	2750	15
BOGOAŠIĆ	15	3	360	6
MOKRONOGE	30	3	720	
VRILO	150	15	17700	90
JABUKA	415	80	240000	1170
SPLIT (POLJICA)	290	200	452000	2410
PERUČA	57	120	45000	140
RAMA	325	48	111000	647

POVRŠINE KRAŠKIH POLJA

NAZIV KRAŠKIH POLJA	POVRŠINE U HA	NADMORSKA VISINA
KUPRESKO – RILIČKO	9480	1120
VUKOVSKO – PORANJSKO	5790	1135
GLAMOČKO	12900	882-950
DUVANJSKO – ŠUJIČKO	12620	860-890
LIVANJSKO – BIJELO POLJE	35200	700
BUŠKO BLATO	5300	700
POLJA CETINSKOG SLIVA	9000	300
IMOTSKO – BEKIJSKO	9200	250
OSTALA MANJA POLJA	3980	——
UKUPNO	103470	

PRUGA
SPLIT – DUVNO – ZENICA (1)

SITUACIJA

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 10 Kilometri

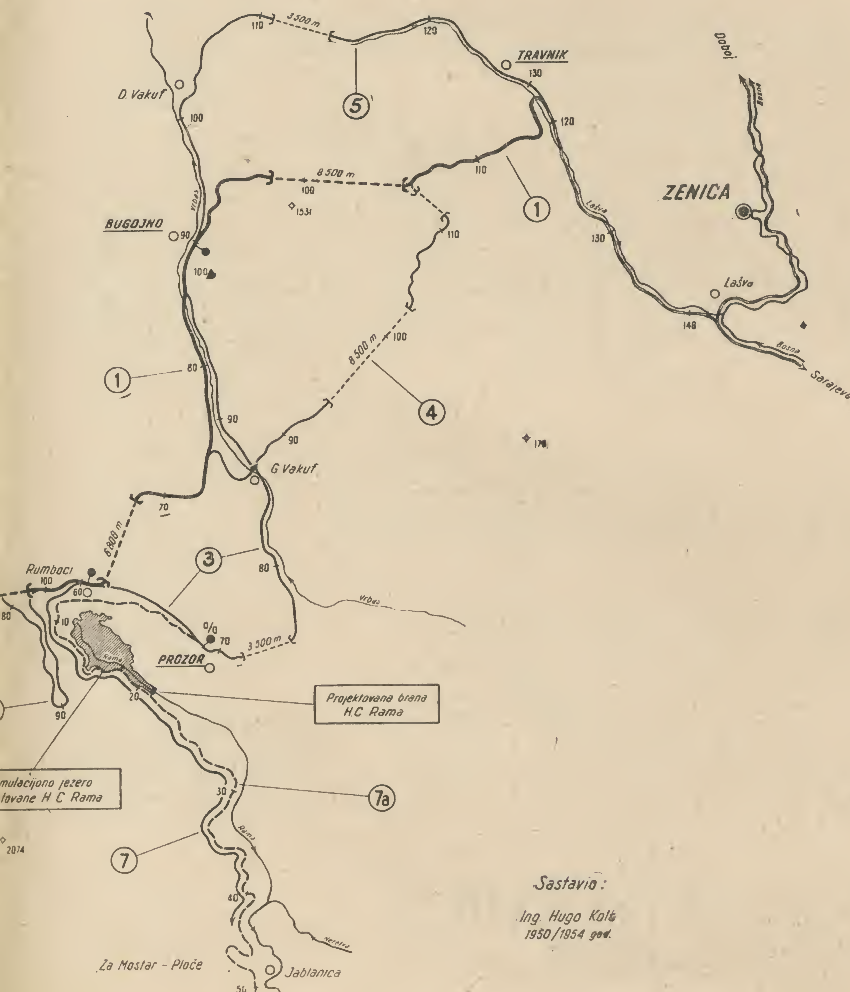
SA VEZOM

ARŽANO – LIVNO

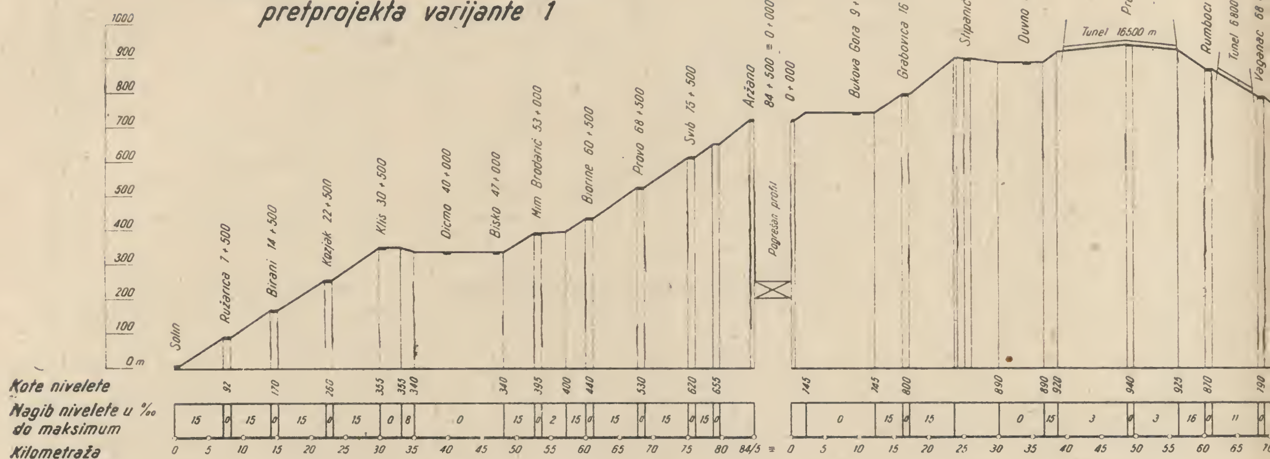
I POLOŽAJEM PROJEKTOVANIH HIDROCENTRALA ŠIREG SLIVA RIJEKE CETINE I PROJEKTOVANE HIDROCENTRALE „RAMA"

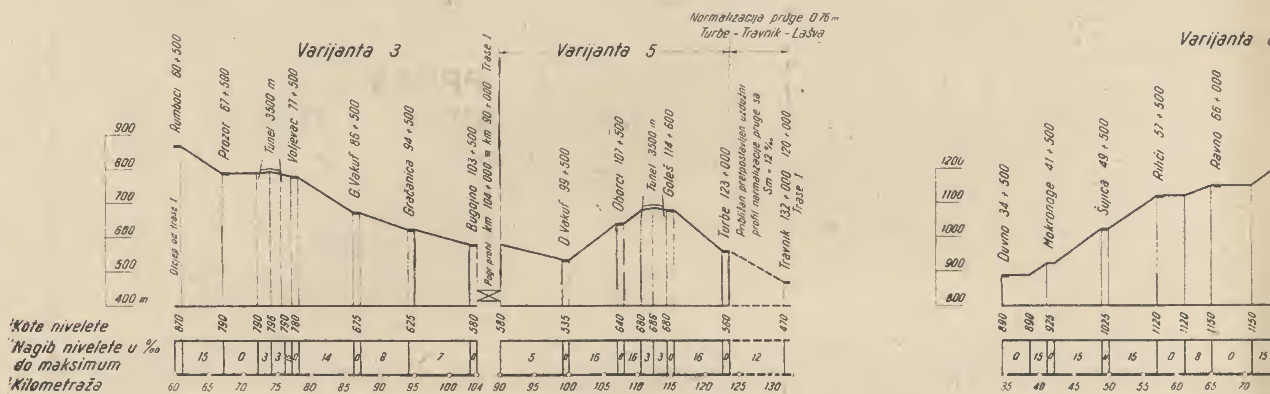
Crtao B Dože

Sastavio: Ing. Hugo Kolb 1954 g.



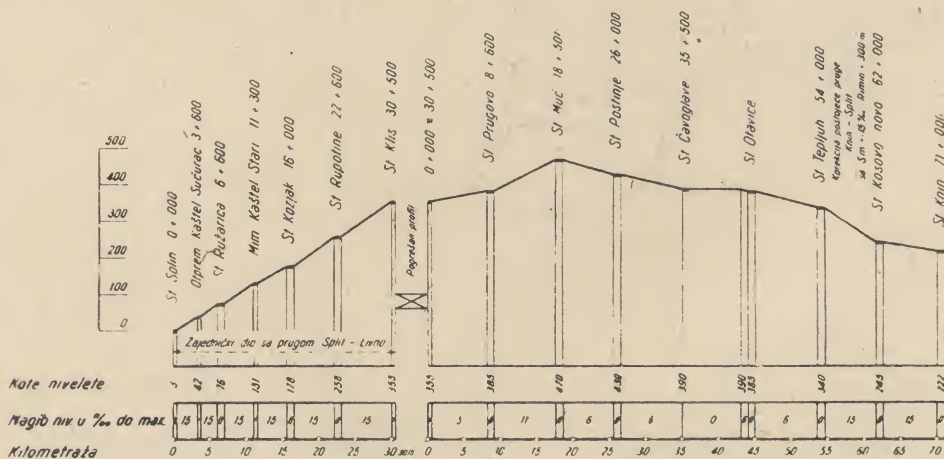
Slike 1 i 2 uz članak:
M. G. S.: Projekt željezničkog spoja Zenica—Duvno—Split





Približan šematski uzdužni profil pretprojekta pruge Solin - Klis - Tepljuh - Knin

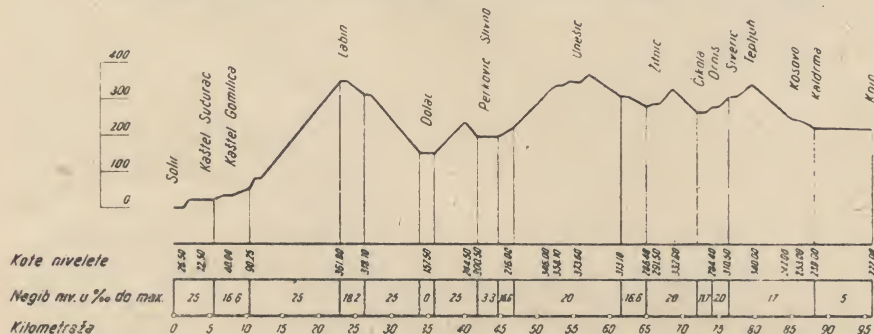
(4)



Sm = 15 ‰

Knin – Solin	ΣH	= 148 m
Solin – Knin	ΣH	= 467 m
	ΣΣ	615 m

Približan šematski uzdužni profil postojeće pruge Knin – Split



Sm = 28 ‰

Knin – Solin	ΣH	= 552 m
Solin – Knin	ΣH	= 775 m
	ΣΣ	1327 m

Sastavio:

Ing Hugo Kolb
1950/1954 god.

Približni šematski uzdužni profili pretprojekata raznih varijanata pruge Zenica – Duvno – Split Zenica – Prozor – Ploče

3

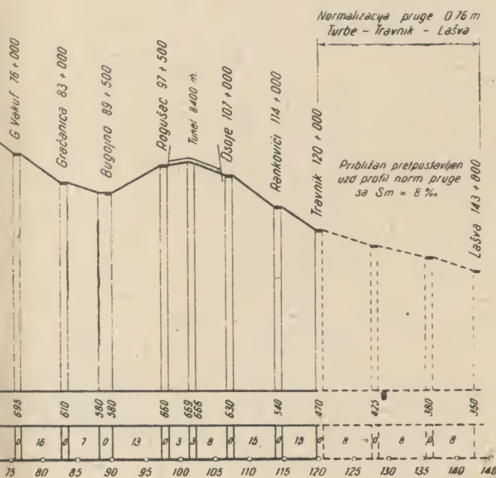
Varijanta 1

Sm = 16 ‰

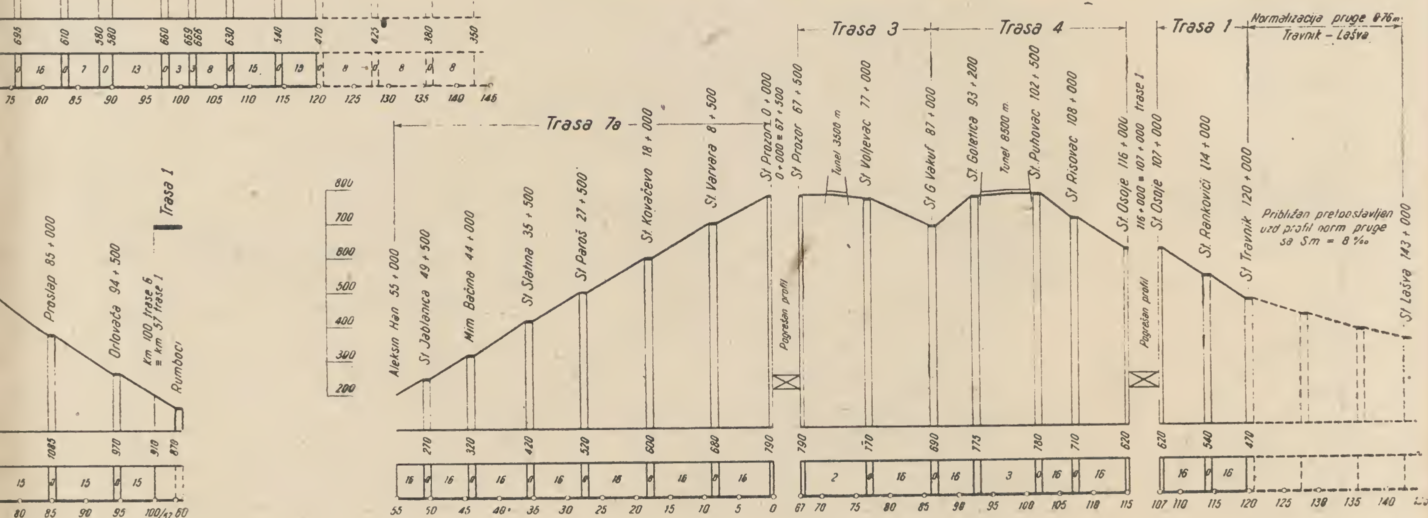
Solin – Lašva	ΣH =	1030 m
Lašva – Solin	ΣH =	710 m
	ΣΣ =	1740 m

Solin – Lašva L = 227.5 km

Sastavio:
Ing Hugo Kolb
1954 god.



Približan šematski uzdužni profil pretprojekta
Varijante 1. 3. 4. i 7a na relaciji Lašva – Travnik – Prozor – Jablanica



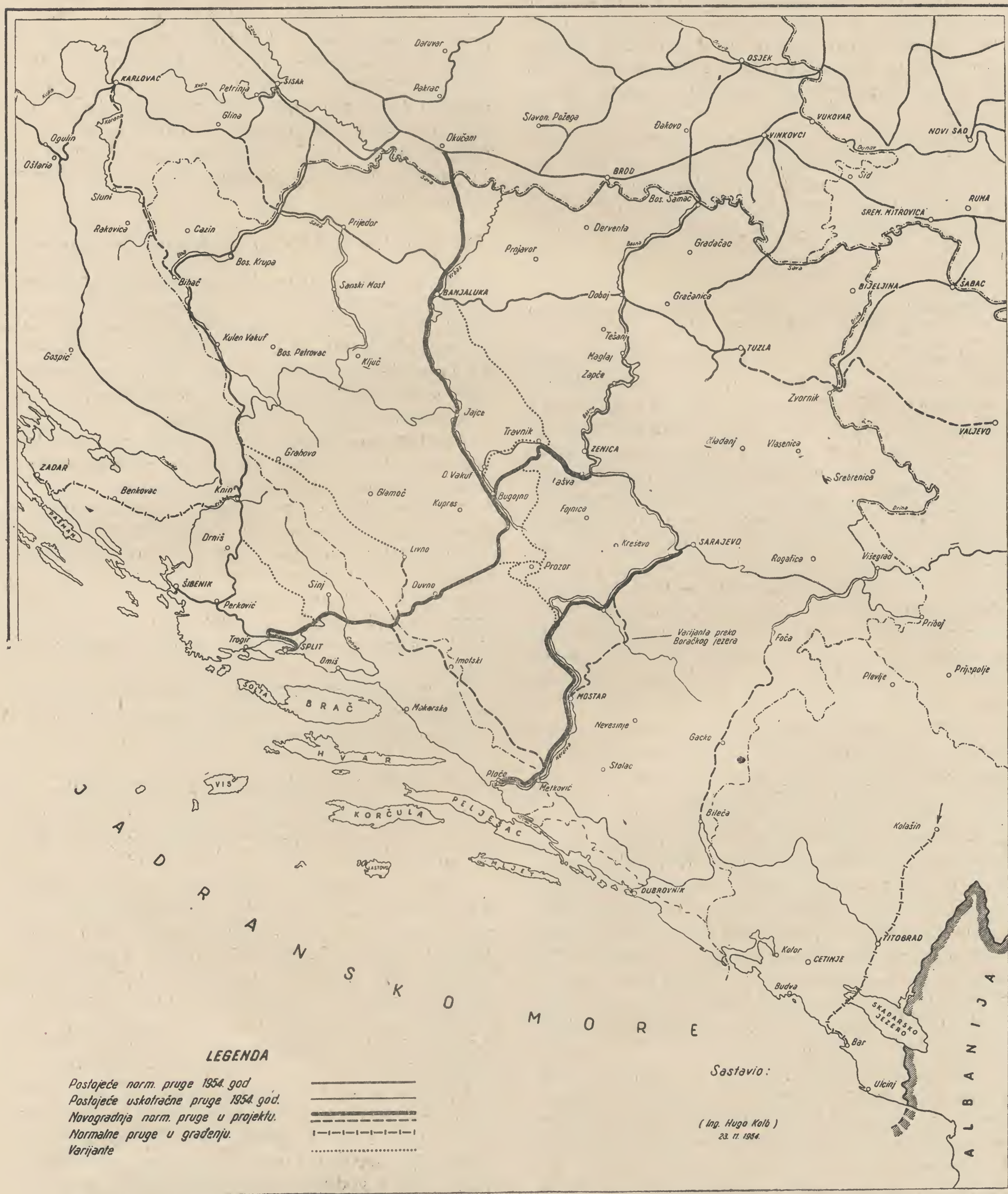
Slike 3 i 4 uz članak:
M. G. S.: Projekt željezničkog spoja Zenica—Duvno—Split

2. Varijante trase br. 1 (pod br. 6, 3, 5 i 4 u sl. 2 i 3)

Uz gornji pretprojekt br. 1 izrađen je i stanoviti broj varijanata radi mogućnosti komparacije njihove ekonomičnosti s obzirom na građevne i pogonske troškove. Međutim će biti moguće komparacije efikasno provesti istom nakon podrobnih studija.

Varijantom br. 6 izbjegava se tunel dužine 16 500 m na trasi br. 1. Ova se varijanta odvaja od glavne trase kod Duvna prema sjeveru i postiže

POJEDINAČNO RIJEŠENJE IZLAZA ŽELJ. PRUGA NA MORE U LUKE PLOČE I SPLIT (5)



kulminaciju iza Ravnog u kilometru 75 na koti 1200 metara n. m. Kod stanice Rumboci spaja se s glavnom trasom br. 1. Ova varijanta ima oko 4 kilometra tunela na dužini od oko 65,5 kilometara.

Varijanta br. 3 treba izbjeći tunel dužine 6 800 m na trasi br. 1 između stanica Rumboci i Gornji Vakuf. Varijanta ima tunel dužine od 3 500 m i ukupnu dužinu oko 43 km.

Varijanta br. 5 treba izbjeći tunel dužine 8 500 m na trasi br. 1 između Bugojna i Travnika. Tunel te varijante ispod Komar planine imao bi dužinu oko 3 500 m. Ova varijanta dugačka je oko 42 km, te je od odgovarajuće trase br. 1 duža za oko 12 km.

Varijanta br. 4 trebala bi skratiti trasu br. 1 između Gornjeg Vakufa i Travnika, ali ima zato dva duža tunela, jedan oko 8500 m dužine ispod masiva Goletice i Radovan planine, drugi dužine oko 2500 metara ispod gorske kose Risovac—Osoje.

3. Mogućnosti daljnjih pružnih spojeva na postojeću željezničku mrežu (vidi slike 3, 4 i 5)

Poznato je, da je gradijenta postojeće pruge Knin—Split (vidi uzdužni profil u sl. 4) vrlo nepovoljna za željeznički pogon pošto pokazuje nekoliko kulminacija, dakle mnogo izgubljenih visina u oba smjera. Kod visinske razlike između Knina i Solina od 218,3 metara iznosi stvarno penjanje u smjeru Knin—Solin oko 552 metara (premda bi morao biti teoretski samo pad!), u obratnom smjeru Solin—Knin oko 775 metara (dok teoretski uspon iznosi samo 218,3 m). Osim toga nalazi se preko 50% pruge u nagibima od 15 do 25 ‰. Pruga ima zbog toga malu propusnu moć, pogotovo zbog male korisne dužine staničnih kolosjeka i velikih međustaničnih razmaka do 12 kilometara. Sve mjere za saniranje te pruge imale bi dosta malo efikasan rezultat.

Međutim postoji mogućnost saniranja tog stanja novom prugom, koja bi se od navedene trase br. 1 odvajala iza Klis Grla (vidi sl. 1) te bi se kod Tepljuha vezala na postojeću prugu ispred Knina (vidi uzdužni profil tog ogranka u slici 4). Ova pruga bila bi doduše za oko 6 kilometara duža od postojeće željezničke veze Split—Knin, ali bi imala najveći nagib od samo 15‰, te bi iznosilo dizanje u smjeru prema Kninu samo 470 metara (sada 775 m), a u smjeru prema Splitu samo 248 metara (sada 552 m). Prednosti ove trase su očigledne tim više što bi međusobni razmaci stanica bili najviše 8 kilometara, a i korisne dužine staničnih kolosijeka bile bi veće, jer bi zbog blažeg nagiba mogli primati vlakove većih dužina.

Od stanice Prozor (vidi sl. 2 i 5) postoji mogućnost željezničkog spoja na postojeću i sada u stanju preuređivanja na normalnu širinu nalazeću se prugu Sarajevo—Ploče. Ta trasa označena je brojevima 7 i 7a, te bi se na postojeću prugu priključila u blizini stanice Jablanica. Uzdužni profil te trase (vidi sl. 3) pokazuje jednoličan nagib od 16 ‰ i jednakomjerne stanične razmake od oko 8 kilometara.

Tim spojevima bi željeznička mreža Bosne i Hercegovine te srednje Dalmacije dobila oblik kakav je prikazan u slici 5. Bosnom bi prolazile u smjeru sjever—jug dvije glavne željezničke arterije, koje bi sredinu države povezivale s lukama na srednjem Jadranu. Jedna pruga bi prolazila smjerom od Vrpolja — Doboj — Zenica — Sarajevo — Jablanica — Mostar — Ploče, druga bi prolazila od Okučana smjerom Banjaluka — Bugojno — Duvno — Aržano — Split. Te bi glavne prometne arterije imale još niz međusobnih spojeva kao postojeće Okučani — Brod — Vrpolje i Banjaluka — Doboj i nove spojeve: Bugojno — Travnik — Lašva — Zenica i Bugojno — Prozor — Jablanica.

IV. Geološke prilike na projektiranim trasama

Na trasi br. 1 pruga bi bila položena do Klisa na geološki stabilnim sedimentima eocena t. j. u laporu i pješčarima s vapnencima u povoljno položenim slojevima. U daljnjem potezu do Aržana pruga prolazi po krednim vapnencima i dolomitima krša. Na duvanjskom polju položena bi bila u aluvijalnom nanosu i pješčarima.

Najduži tunel prolazi vjerojatno kroz kredne vapnence, dok bi tunel od 6800 m prolazio vjerojatno trijadnim vapnencima.

Pretežni dijelovi trase br. 3 i br. 5 leže na aluvijalnom nanosu rijeka Vrbas i Lašva. Tunel dužine 8 500 m trase br. 1 leži vjerojatno u filitima karbona. Tunel dužine 3 500 m trase br. 3 leži vjerojatno u vapnencima triasa i pješčarima perma. Tunel dužine od 3 500 m trase br. 5 leži prema ocjeni u vapnencima perma i pješčarima triasa.

Za duže tunele svakako su potrebna detaljna geološka ispitivanja i istražna bušenja, isto tako i kod nesigurnijih predjela terena.

V. Troškovi i vrijeme trajanja građenja

Na temelju pretprojekta moguće je dati troškove, koji imaju samo približnu orijentacionu vrijednost.

Tako bi približni troškovi izgradnje pruge Solin—Lašva po trasi br. 1 uz ukupnu dužinu te pruge od oko 228 kilometara iznosili oko 29,32 milijarde dinara prema stanju cijena u god. 1954. Uporeďivanje troškova izgradnje pojedinih varijanata i troškova željezničkog pogona na tim varijantama moguće je samo na osnovi detaljnije izrađenih idejnih projekata, nije zato uputno u ta pitanja ulaziti na temelju samih pretprojekata.

Vrijeme građenja za prvu etapu izgradnje i to od Solina do Duvna i od Lašve do Bugojna bilo bi dovoljno 3 do 4 godine rada kod osiguranih financijskih sredstava. Za drugu etapu bilo bi potrebno oko 6 godina. Za trajanje izgradnje druge

etape mjerodavno je vrijeme građenja tunela dužine od 16 500 metara. Ako uzmemo prosječno dnevno napredovanje potkopa s oba kraja tunela sa 13 metara i ako računamo godinu dana za pripremne radove onda bi iznosilo vrijeme za probijanje i izgradnju tog tunela oko pet i pol godina.

VI. Zaključak

Na temelju gore navedenih i provedenih studija trasa projektant smatra, da je na osnovi grubo proračunatih orijentacionih troškova građenja, orijentacionih troškova eksploatacije, pretpostavljenih povoljnih geoloških prilika u tunelima uz primjenu najmodernijih metoda rada najpovoljnija od svih navedenih varijanata trasa br. 1 na relaciji: Split — Klis — Aržano — Duvno — Rumboci — Gornji Vakuf — Bugojno — Travnik — Lašva.

Detaljno razrađenim idejnim projektima trebalo bi odrediti smjer trase na dijelu Travnik—Bugojno—Gornji Vakuf po trasi br. 1 ili po trasi br. 5.

S trasom br. 1 do Bugojna, odnosno trasama br. 1 i br. 5 do Donjeg Vakufa, te dalje preko Jajca i Banjaluke do Okučana dobivamo prugu s najvećim nagibom od 16⁰/₀₀, koja bi vrlo povoljno dopunila postojeću Unsku prugu i prugu Split—Perković—Knin s obzirom na ograničeni kapacitet Unske pruge.

Postojeća željeznička mreža na relaciji Okučani—Sunja—Bosanski Novi—Bihać—Knin—Split ima dužinu od 377 kilometara, s maksimalnim nagibom do 28⁰/₀₀ i ukupno dizanje u oba smjera od 2 475 metara. Nova relacije Okučani—Banjaluka—Bugojno—Duvno—Solin—Split imala bi dužinu od 327 kilometara, s maksimalnim nagibom od samo 16⁰/₀₀ i dizanje u oba smjera samo za 1 790 metara. Ukupna ušteda bi dakle iznosila na dužini oko 50 kilometara, na maksimalnim nagibima oko 12⁰/₀₀ i na ukupnom dizanju tereta oko 680 metara.

Iz gore navedenih činjenica logično slijedi, da je iz ekonomskih razloga potrebna izgradnja prve etape predložene trase br. 1 Solin—Lašva na potezu Solin—Aržano—Duvno—Livno zbog:

1. hitnih potreba srednje Dalmacije za ugljenom iz livanjsko-duvanjskog bazena, gdje su utvrđene rezerve od preko 200 miliona tona mrkog ugljena i oko 267 miliona tona lignita; izgradnjom pruge bi se postigle velike uštede i dala, osim industriji, i stanovništvu srednje Dalmacije zamjena za gorivo drvo, i tako spriječila daljnja prekomjerna sječa još preostalih šuma u Dalmaciji;

2. omogućavanja korištenja nalazišta boksita na potezu Sinj—Imotski, gdje su procijenjene rezerve od preko 2,7 miliona tona uporabivog boksita;

3. omogućavanja iskorištavanja do sada slabo korištenih šumskih masa na potezu Livno—Duvno—Glamoč;

4. omogućavanja lakše izgradnje sistema električnih centrala na širem slivu rijeke Cetine.

Izgradnjom prve etape predložene trase na odsjeku Lašva—Travnik—Bugojno—Gornji Vakuf stvorena bi bila željeznička veza između veleindustrijskih poduzeća u dolinama Lašve i Vrbasa.

M. G. S.

KONTROLNA VOZILA

ZA ISPITIVANJE STANJA ŽELJEZNIČKIH PRUGA — POMOĆ GRAĐEVINSKOM INŽENJERU KOD PREUZIMANJA PRUGA

Ing. **Gvido Prister**, Zagreb

Željezničke su pruge proslavile već i stotu godišnjicu svog opstanka, a kramp-podbijač, lopata i ostali alat za održavanje pruge ostali su kod nas u upotrebi, gotovo nepromijenjeni, sve do danas.

Nekoliko godina nakon oslobođenja pristupilo se mehanizaciji. Počeci su još vrlo skromni, i do sada jedino Direkcija željeznica Zagreb ima stroj za podbijanje pragova i stroj za prosijavanje kolosječnog zastora (sistema »Matisa«), koji rade s odličnim rezultatima. Ostali imaju samo neke malene strojeve, a i tih je vrlo malo.

U međuvremenu se odlično afirmirao računski stroj za ispravljanje lukova »Calculateur Matisa«, i danas su kolosječni lukovi u Hrvatskoj daleko bolji nego što su bili prije tri godine.*)

*) Vidi »Građevinar« br. 3/1954: »Iskolčavanje kolosječnih lukova kod održavanja pruga.«

Prelaskom Jugoslavenskih željeznica na privredni račun, nastala su u građevinskoj službi J. Ž. poduzeća za održavanje pruga »PZOP«, koja po narudžbi održavaju i popravljaju povjerene im odsjeke pruga. Tako je postalo aktuelno i pitanje preuzimanje tih radova od »PZOP«-a. Osnovane su kontrolno-prijamne grupe, koje nadziru rad »PZOP«-a i preuzimaju dovršene radove.

Kod preuzimanja kolosijeka ispituje se kvantitativno i kvalitativno izvršenje radova. Kvalitativni pregled pruge mora biti naročito rigorozan, ako je u pitanju rad na pruzi sa gustim saobraćajem ili većim brzinama. Osobita važnost se polaže provjeravanju visinske razlike protuležećih šinskih traka, na smjer kolosijeka u pravcu i lukovima, uređenje šinskih sastava, podbijenost i širinu kolosijeka.

Na svakih pet metara kolosijeka treba razmjernikom i libelom provjeriti međusobni visinski odnos šinskih traka i širinu kolosijeka. U lukovima radiusa ispod 300 m svakih pet metara, u lukovima preko 300 m svakih deset metara mjeri se veličina strelice tetivom od 10 odnosno 20 metara.

Prema tome je potrebno za 1 km pruge sa šinama dužine 20 m izvršiti prije preuzimanja slijedeća mjerenja:

200 × visinski odnos lijeve i desne šine,
200 × širinu kolosijeka,
100 × mjerenje strelica,
100 × dilatacione reške,
50 × naspramnost sastava,
ukupno 650 mjerenja.

Kod toga još nije provjerena podbijenost pragova, uvale u kolosijeku niti ponašanje kolosijeka pod opterećenjem. Druge željezničke uprave još mnogo detaljnije raščlanjuju proceduru preuzimanja kolosijeka. Tako se na pr. u Njemačkoj kod preuzimanja jednog kilometra pruge evidentira 2—3 000 podataka. Osim toga se zbog jasnije predodžbe o stanju kolosijeka nanašaju strelice lukova zajedno sa strelicama prelaznih krivina, kao i nadvišenja u rampama nadvišenja na milimetarski papir.

Jasno je da takav rad traži velik broj stručnog osoblja i veliku tačnost u radu, pa preuzimanje izvršenog rada napreduje sporo. Svi ti nedostaci tražili su neko rješenje u smjeru mehanizacije preuzimanja kolosijeka, kao i solidnog i brzog provjeravanja stanja pruge na terenu. Tako je nikla ideja o vozilu koje se proveze prugom i automatski pokazuje stanje pruge. Spominjem Bienfaitov »Ekartometar« u Francuskoj, koji pokazuje varijacije u širini kolosijeka, i to istodobno na dva mjesta, koja leže u međusobnoj udaljenosti od jednog metra. Međutim »Ekartometar« još ne bilježi, već samo kazaljkama pokazuje varijacije u širini kolosijeka.

Dorpmüllerova pružna kolica za mjerenje kolosijeka u Njemačkoj bilježe na 155 mm širokoj vrpci visinsko kretanje obih šinskih traka i promjene u širini kolosijeka.

Aparat »Hallade« registrira bočne i vertikalne udarce, i može se prenositi i staviti u svaka kola. Kilometarske oznake i ostale objekte označuje službenik koji rukuje aparatom pomoću pritiska na gumenu loptu.

»Ekartometar« potiskuje jedan radnik i istodobno čita mjerne rezultate. Dorpmüllerova pružna kolica za mjerenje kolosijeka vuku dva radnika, a rezultati mjerenja se automatski upisuju na kontrolnoj vrpci.

Daljnji razvoj i napredak u konstrukciji i primjeni kontrolnih vozila tražio je da se snimi stanje pruge onakvo kakvo je u času prolaza vlaka, t. j. pod opterećenjem vlaka i pod većim brzinama. Pokušaji konstruktera u tom smjeru padaju još u prošlo stoljeće, ali tekar poslije Prvog svjetskog rata uspjelo je njemačkim i francuskim željeznicama konstruirati specijalne vagone za mjerenje kolosijeka. Kola su stalno usavršavali, i sada možemo jednim takvim kolima snimiti prosječno oko 300 kilometara kolosijeka dnevno, a da kod toga sudjeluju svega dva službenika. Ti vagoni izgledaju kao obična »Pullmann« kola, a imaju u sredini još specijalno dvoosovinsko mjerno postolje. Cijeli niz lanaca, kolotura i užeta prenosi na mjerni stol u kolima snimljene podatke.

Već prema specifičnostima pojedinih željezničkih uprava i njihovom gledanju na važnost pojedinih elemenata pruga, s obzirom na kvalitet rada, udobnost i brzinu vožnje, snimaju ta kola razne podatke. Tako na pr. kola njemačkih željeznica snimaju:

1. liniju visinskog kretanja svakog šinskog traka;
2. liniju nadvišenja šinskog traka;
3. liniju varijacija širine kolosijeka;
4. smjernu krivulju (kutnu sliku) osovine kolosijeka;
5. liniju zakrivljenosti svakog šinskog traka;
6. za svaki šinski trak liniju, koja pokazuje naboranost šina;
7. stacionažu (hektometarske oznake).

Kola francuskih željeznica (Sistem Matisa-Mauzin) snimaju:

1. liniju visinskog kretanja svakog šinskog traka;
2. liniju nadvišenja šinskog traka;
3. liniju varijacija širine kolosijeka;
4. liniju izvitoperenosti kolosijeka;
5. linije strelica svakog šinskog traka;
6. stacionažu (hektometarske oznake);
7. stalne tačke.

Vidimo da se glavni mjerni elementi podudaraju. Njemačke željeznice ne bilježe izvitoperenost kolosijeka, niti stalne tačke, a francuske željeznice ne bilježe smjernu krivulju (kutnu sliku) i linije koje signaliziraju naboranost šinskih traka. Svi ostali podaci su isti.

Prednosti pregleda kolosijeka kontrolnim kolima u odnosu na ručno mjerenje su vanredne. Građevinski inženjer, koji rukuje održavanjem i obnovom kolosijeka, može pomoću tih kola, u najkraćem vremenu, na pouzdan način dokumentirane elemente o stanju gornjega stroja predložiti organu upravljanja željeznicama i na osnovu njih dobro i racionalno planirati radove za iduću godinu. Isto tako se može pratiti napredak radova na određenom odsjeku i izvršiti preuzimanje pruge nakon dovršenja radova. Kod toga možemo biti sigurni, da su svi elementi snimljeni pod istim kriterijima i istom tačnošću, što se i kod najrigoroznijih ekipa za izravno mjerenje na terenu ne može postići. Međutim ova kola imaju nedostatak koji se ne može tako lako ukloniti — nabavna im vrijednost premašuje nekoliko milijuna švicarskih

franaka ... S tog razloga mnoge željezničke uprave posuđuju ta kola od njemačkih ili francuskih željeznica, koja kola iznajmljuju zajedno sa stručnim snimateljem, i u roku od nekoliko nedjelja imaju dokumentirano stanje glavnih pruga na stolu organa upravljanja. Troškovi snimanja su u odnosu na njihovu važnost za pravilno planiranje i kontrolu neznatni.

Smatram, da bi bilo vrlo korisno za Jugoslavenske željeznice, kada bi se tako snimale barem naše magistrale, i na bazi ovih grafikona uvelo takmičenje za poboljšanje stanja naših pruga.

Visoka nabavna cijena kontrolnih kola, kao i potreba za manjim vozilom, koje kreće vlastitim pogonom i daje sve potrebne mjerne podatke, doveli su do konstrukcije kontrolnih drezina.

I drezine mjere kolosijek pod opterećenjem kao i kontrolna kola, samo što opterećenje ne iznosi 10 tona, već 4—6 tona po osovini. Međutim je takvo opterećenje dostatno za mjerenje pruga, a naročito za naše pruge. Od kontrolno-prijemnih organa skinulo bi se 90% tereta kvalitativnog preuzimanja pruge, a organu upravljanja dalo bi se u ruke dokumenat, na osnovu kojega bi mogao tačno planirati sve potrebne radove. Na više mjesta pala je primjedba: »Kontrolna vozila su nam nepotrebna, jer su naše pruge loše, a to znamo i bez tih vozila. Osim toga su ta vozila još i skupa!«

Nažalost je istina, da su naše pruge loše, ali to ne lišava naše željeznice obaveze, da sigurno i brzo povezuju međunarodne linije koje se priključuju na naše glavne pruge. Isto tako snose naše željeznice punu moralnu i materijalnu odgovornost za pravilno snabdijevanje i povezivanje svih krajeva naše zemlje.

To nam nameće obaveze prema zajednici. Dužni smo, da što bolje upoznamo stanje naših pruga, da što solidnije vršimo popravke na njoj. Jedan od načina da to lakše i brže postignemo jest kontrola i preuzimanje pruga kontrolnim vozilima.

Kontrolor za održavanje pruga D. B.-a u Kölnu H. Schmitz, konstruirao je specijalnu drezinu za preuzimanje kolosijeka od poduzetnika.

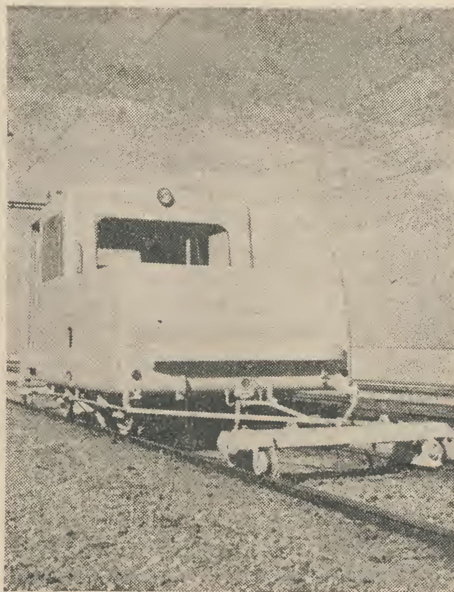
Na traku širine 210 mm upisuje se pomoću raznobojnih pisaljki (t. zv. »vječna pera«):

1. nadvišenje kolosijeka;
2. slika strelica;
3. visinsko kretanje svakog šinskog traka;
4. stacionaža (hektometarske oznake).

Za vrijeme mjerenja potiskuje se drezina ručno. U roku od nekoliko minuta može se skinuti mjerni uređaj, i onda je koristimo kao običnu motornu drezinu.

S obzirom na to, da je ta drezina konstruirana za specifične potrebe njemačkih željeznica, gdje se svi pragovi buše na određenu mjeru već u impregnacijama, pa prema tome kod preuzimanja radova od poduzetnika ne može doći do odstupanja u širini kolosijeka, ta drezina nema uređaja za mjerenje proširenja kolosijeka.

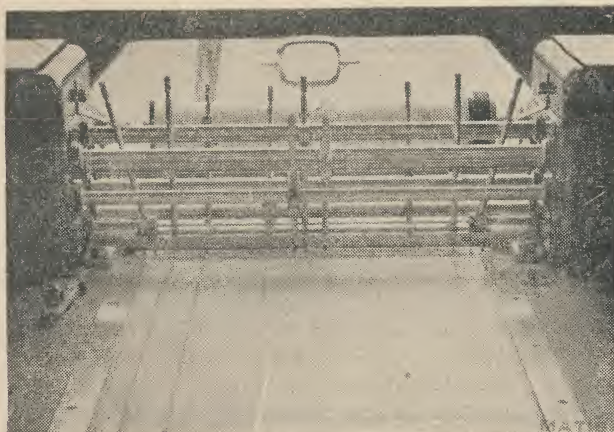
Na Velesajmu u Zagrebu izložila je ove jeseni firma »Matisa« iz Lausanne, koja se je specijalizirala na izradu mehanizacije za održavanje gornjeg stroja, svoju najnoviju kontrolnu drezinu (sl. 1 i 2).



Sl. 1 — Kontrolna drezina sistema »Matisa« izložena na velesajmu 1955 u Zagrebu

Na prozirnoj vrpci 297 mm širine upisuju se pomoću raznobojnih pisaljki slijedeći mjerni podaci:

1. visinsko kretanje svakog šinskog traka;
2. strelice svakog šinskog traka;
3. nadvišenje kolosijeka;
4. izvitoperenost kolosijeka;



Sl. 2 — Pogled na mjerni stol sa pisaljkama u kontrolnoj drezini

5. proširenje kolosijeka;
6. brzina vožnje;
7. stacionaža (hektometarske tačke);
8. stalne tačke.

Kod toga se mjerni podaci pod 1., 2., 4. i 5. prikazuju u naravnoj veličini, što omogućuje vrlo tačno očitavanje tih važnih podataka.

Maksimalna dozvoljena brzina vožnje kod mjerenja iznosi 25 km/sat, što znači, da je moguće bez poteškoća izmjeriti prosječno dnevno 150—180 km kolosijeka. Ili, drugim riječima, jedna takva drezina je u stanju da vrši aktivnu kontrolu, a i preuzimanje radova gornjeg stroja, na svim prugama jedne željezničke direkcije. S druge strane daje ta drezina sve mjerne podatke kao i kontrolna kola »Mauzin« i jedino im se iz konstruktivnih razloga mora reducirati nadvišenje prema brzini vožnje. Drezina registrira zbog toga i brzinu vožnje, što je svakako korisno i zbog drugih rezultata. Osovinski pritisak je 4 tone, a može se uzimanjem balasta povisiti na 6 tona, što je u svakom slučaju dostatno.

Nakon zatvaranja Velesajma izvršena je pokusna vožnja drezinom na cca 15 km kolosijeka razne kvalitete. Drezina je crtala svoje grafikone, ali trebalo je ispitati, da li ona daje stvarne i jednoznačne rezultate. U tu svrhu izmjerena je na odsjeku od 200 metara pruge širina kolosijeka na svakih pola metra, a strelica uz tetivu od 10 m na svaki metar. Nakon toga vozilo se drezinom na dužini od cca 700 m u jednom smjeru, pa onda nazad i ponovo naprijed cijelu tu dužinu. Mjerni podaci za vožnju naprijed poklapali su se u obje vožnje po tačkama 1., 2., 4. i 5. potpuno, dok su za vožnju u obratnom smjeru bili kao slika u zrcalu (zbog toga što je pomak vrpce uvijek u istom smjeru bez obzira na smjer vožnje). Zatim su na milimetarski papir naneseni ručno izmjereni podaci gore spomenutog odsjeka. Podaci su se, osim na kraćem odsjeku, savršeno poklapali. Na spomenutom kraćem odsjeku bilo je odstupanje u proširenju kolosijeka za 2 mm. Pregledom na terenu je ustanovljeno, da je na tom mjestu razgažen vozni rub šine za 2 mm, pa je ručno mjerenje dalo krivi podatak, dok je drezina mjereći 14 mm ispod voznog ruba šine — kako je to i propisano — dala ispravne rezultate.

Iz naprijed iznesenog se vidi kolike bi koristi imao građevinski inženjer — željezničar od kontrolnog vozila bilo koje konstrukcije.

Uvjeren sam, da bi se stanje pruga nakon upotrebe kontrolnih vozila brzo popravilo, jer bi se moglo planirati i vršiti kontrolu sa potpuno realnim podlogama.

Stručna predavanja

PRIKAZ CIKLUSA PREDAVANJA dra. A. KIESLINGERA

U kolovozu 1955 godine boravio je u našoj zemlji profesor Tehničke visoke škole u Beču dr. A. Kieslinger, te je na inicijativu Stručnog udruženja građevne industrije NRH održao nekoliko predavanja popraćenih prikazivanjem mnogobrojnih dijapozitiva.

Zbog aktuelnosti sadržaja i zbog važnosti građevnog i ukrasnog kamena za našu privredu donosimo prikaz ovih predavanja.

Kamen u savremenoj arhitekturi

Posmatramo li kamene građevine počev od antike pa do današnjice nameće nam se niz problema. Jedan od tih problema je mijena oblika građevina, promjene u načinu arhitektonskog oblikovanja. Nije dovoljno karakterizirati ove promjene samo uvrštavanjem u pojedine stilove; treba uočiti raznolik stav graditelja tokom historije prema kamenom materijalu i mijenu njegove upotrebe u ukrasne svrhe. Prelazom sa jednog građevnog stila na drugi mijenjaju se i vrste građevnog i ukrasnog kamena te način njegove obrade.

S obzirom na naprijed rečeno nije moguće u okviru jednog predavanja osvrnuti se na cijelu historiju građenja kamenom, no pogledat ćemo što je karakteristično za naše doba.

U 19. stoljeću postizavalo se raščlanjenje fasade profiliranjem, vijencima, balustradama i slično, pa se najviše upotrebljavao glatki i jednobojni kamen. Današnji način gradnje sa ravnim plohama bez ukrasa traži oživljenje fasada oblaganjem kamenom. U tu svrhu rado se upotrebljava kamen raznih boja sa jakim šarama i rupičasti ili grubo obrađeni kamen. Često se sastavljaju i uzorci iz kamena različitih boja.

Kakva je situacija sada poslije drugog svjetskog rata? Mnogi su arhitekti mišljenja da doduše treba monumentalne građevine, kamene ili kamenom obložene, koje su bile oštećene za vrijeme rata, obnoviti kamenom, dok se kod novogradnja ima umjesto kamena primijeniti moderni građevni materijal. Bez namjere da polemizira protiv modernog građevnog materijala kao što je na pr. armirani beton, predavač zastupa mišljenje da i danas pripada kamenu važna uloga u građevinarstvu. Nije opravdano, a za mnoge slučajeve je čak i neispravno, često izneseno mišljenje da je rad s kamenom skup i da ga ne treba primijeniti u doba poslije ratne bijede. Racionalizacijom i mehanizacijom mogu se danas troškovi vađenja i obrade stanovitih vrsta mekšeg kamena toliko sniziti ,da su čak i niži od troškova zida od opeke. Tako se na pr. u Francuskoj kod obnove ratom opustošenih područja kod Caena i dr. izvode no-

vogradnje isključivo u kamenu. Isto tako su kameni mostovi manjeg raspona u brdovitim krajevima često znatno jeftiniji od drugih. U Švicarskoj je kod gradnje željeznice Rickenbahn bilo uštеđeno 25% troškova izgradnjom objekata iz kamena umjesto iz čelika.

Treba uočiti i okolnost da kod ispravno izvedenih kamenih građevina praktički otpadaju troškovi održavanja. Prema tome je građenje ili opločenje kamenom jeftinije i ekonomičnije nego što mnogi misle i tvrde. Osim toga predavač zastupa mišljenje da je proizvodnja građevnog i ukrasnog kamena veoma značajan socijalni faktor. Sirovina je besplatna, a troškovi proizvodnje se velikim dijelom sastoje iz radničkih nadnica, koje pružaju prihode većinom siromašnom stanovništvu, pošto nalazišta kvalitetnog kamena obično leže u poljoprivredno pasivnim krajevima. Nadalje je kamen danas veoma važan izvozni artikal za zemlje koje, kao Jugoslavija, obiluju raznim vrstama ukrasnog kamena. Tako Jugoslavija izvozi u Austriju znatne količine kamenih blokova.

Razaranja kod kamenih građevina

Kod promatranja starih gradina često se čuje mišljenje da su građevine propale zbog starosti; govori se o »zubu vremena«. Bukvalno uzevši ovo je mišljenje neispravno. Sve velike i poznate ruševine historijskih građevina, na pr. Akropola u Ateni, posljedica su razaranja od ljudske ruke tokom ratova.

Međutim je sasvim naravno da su kamene građevine, kao i betonske i one od opeke, izvrgnute i teškim prirodnim razaranjima. Točnija istraživanja pokazala su da do takvih razaranja dolazi kompliciranim zajedničkim djelovanjem mnogih faktora. No koristan i restauratorski i konzervatorski rad bit će moguć tek nakon što se točno ustanove uzroci oštećenja, dakle nakon postavljanja ispravne dijagnoze.

Na temelju tako stečenih iskustava moguće je već i kod novogradnja poduzeti odgovarajuće zaštitne mjere, kojima će biti spriječena kasnija razaranja. Jasno je ,da apsolutne zaštite od stanovitih pojava starosti nema, jer su kamene građevine, kao i sve drugo na zemlji, podvrgnute zakonima fizike i kemije.

Kad govorimo o uzrocima razaranja treba prije svega spomenuti djelovanje vlage, koja se pojavljuje u raznim oblicima. Najpoznatija je pojava vlage, koja se kapilarno diže iz temelja (sl. 1). Mnogim stručnjacima nije poznato, da je čak i kamen veoma guste strukture, kao na pr. granit, u stanovitoj mjeri osjetljiv prema vlazi. Izvedba odgovarajuće izolacije temelja svakako je bezuvjetno potrebna kod svake novogradnje. Nažalost se često zaboravlja da to važi također i za razne spomenike pod vedrim nebom.

Zanimljivo je pitanje do koje se visine vlaga penje u zidu. Predavač je utvrdio da ta visina zavisi od odnosa između količine vode dovedene odozdo i količine isparivanja, t. j. vlaga će se tako daleko dizati dok ne nastupi ravnoteža između oba procesa. Dosljedno tome može naknadna izolacija izvedena na krivom mjestu spriječiti isparivanje i više škoditi nego koristiti. Posljedice



Sl. 1 — Stambena zgrada u Beču, dizanje vlage iz temelja

takvog rada vidljive su jasno na slici 2, koja pokazuje zid, koji je odozdo izoliran nepropusnom žbukom. Na tim je plohama spriječeno isparivanje vlage, pa je ona izbila iznad izolacije. Vlažne stijene se ne mogu isušiti nepropusnom žbukom ili premazom.

Vlaga od kiše obično djeluje u kombinaciji sa djelovanjem vjetra. Kišovita ili vjetrovita strana je onaj smjer iz kojeg dolaze najčešće kišoviti vjetrovi. Kod kamenih građevina je ustanovljeno,

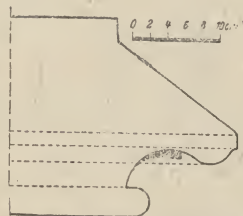


Sl. 2 — Vlažni zidovi su djelomice ožbukani nepropusnom žbukom, vlaga se pojavljuje iznad izoliranih površina

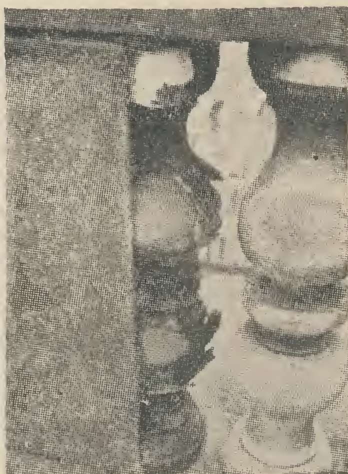
da je obično kamen na toj strani začudo dobro sačuvan. Djelovanje kiše se ispoljuje samo u stanovitoj koroziji, koja je u većini slučajeva beznačajna. Jedino su polirani mramori osjetljivi, jer s vremenom gube sjaj i boju.

Najvažnija bolest, koja se može pojaviti kod sviju vrsta kamena, jest stvaranje kore. Stalna

mijena temperature i vlažnosti izaziva u svakom kamenu stanovite promjene sastava. Voda rastapa razne sastojine u unutrašnjosti kamena i prenosi ih na površinu, na kojoj se nakon isparivanja vode istalože. Tako nastaje tokom vremena na površini kora, ispod koje se kamen izgubivši vezivo raspada u pijesak. Na zaštićenim mjestima taložine nastaju i u obliku malih stupića (sl. 3). Kora nakon stanovitog vremena raspuca, otpada i tako otvara put daljnjem raspadanju kamena (sl. 4 i 5). Stvaranje kore ovisno je među inim i o mogućnosti isparivanja.



Sl. 3 — Presjek vijenca sa taložinama u obliku stupića (stalaktita)



Sl. 4 — Ljuštenje kore na stupovima balustrade

Opisane posljedice stvaranja kore upućuju nas, da je svako premazivanje kamena sa navodno zaštitnim premazima, impregniranje i slično štetno, jer time umjetno stvaramo koru ispod koje se kamen raspada.

Znatna razaranja prouzrokuje na kamenu djelovanje dimnih plinova. Ugljen obično sadrži dosta pirita, koji kod sagorijevanja tvori velike količine sumpornog dioksida. Oksidacijom on prelazi u sumporni trioksid, a iz ovoga nastaje spajanjem s vodom sumporna kiselina, koja otapa neke sastojine kamena.

Važan je utjecaj mraza odnosno povećanje volumena vode kod smrzavanja, koje često izaziva teška oštećenja na vlažnom kamenu (sl. 6). To se naročito ispoljuje onda, kada se svježi kamen iz kamenika ugrađuje, a da prije toga nije bio dobro prosušen. Kraški mramori, koji su inače veoma otporni na mrazu, moraju biti dobro osušeni prije no što budu izvrgnuti prvom mrazu.



Sl. 5 — Stvaranje kore na vapnenačkom pješčaru uslijed temeljne vlage

Drugi oblik razarajućeg djelovanja mraza je stvaranje ledenih leća. U tlu, u utorima među stepenicama pod vedrim nebom ili u kamenom ziđu i t. d. mogu zimi nastati ledene leće, koje povećanjem volumena raskidaju sastav ziđa, a mogu čak i podignuti manje kuće i tako nanijeti znatne štete (sl. 7 i 8).

Stanovita razaranja mogu biti izazvana i organizmima. Još nije sigurno utvrđeno, da li bakterije štetno utječu na kamen. Razni lišajevi i alge mogu mjestimice ubrzati stvaranje već prije spomenute kore. Veće biljke, a naročito drveće, mogu znatno oštetiti strukturu ziđa, ako su se kojim slučajem ukorijenili u pukotinama.



Sl. 6 — Vlažni kraški mramor, koji je raspucan djelovanjem mraza

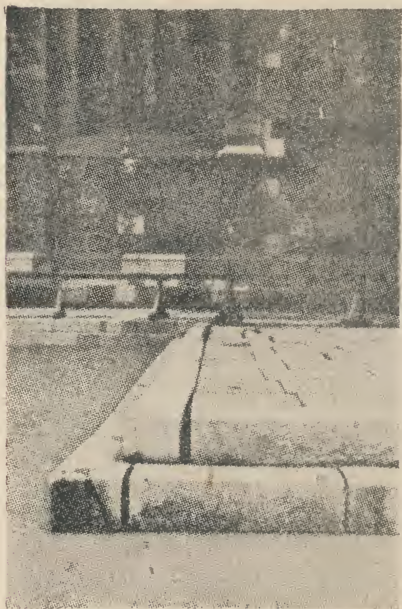
Napokon treba spomenuti i razaranja izazvana većim nakupinama izmetina golubova, koje svojim sadržajem fosforne i mokraćne kiseline kemijski djeluju na neke vrste kamena.

Osim opisanih uzroka razaranja kamenih građevina postoji još velika grupa oštećenja, koja prouzrokuju pogreške učinjene kod same gradnje.



Sl. 7 — Razaranja uslijed mraza na kamenu, koji je vlažan od temeljne vlage

Takove griješke ponajviše nastaju uslijed nepoznavanja svojstava upotrebljenog građevnog materijala.



Sl. 8 — Razmaknute stepenice djelovanjem ledenih leća

Najčešća pogreška kod gradnje je pogrešno polaganje kamena. Onaj kamen, koji leži okomito na smjer svojih slojeva, je slabiji i pod opterećenjem može napuknuti, pa i sasvim raspucati.

Česta je još pojava rasprsnuće kamena uslijed rđe. Rđanjem željezo povećava svoj volumen. Tako mogu željezni komadi (željezne ograde, spone i sl.), koji su usađeni u kamen izazvati rasprsnuće, čak i velikih blokova (sl. 9). Osim toga rđa izaziva ružne mrlje na kamenu.



Sl. 9 — Kameni stup raspucan na mjestu, gdje je usađen željezni stup, koji je povećao svoj volumen stvaranjem rđe. Jasno je vidljivo obojenje kamena rđom

Sva opisana razaranja nisu samo posljedica vanjskih utjecaja, nego zavise i o osebinama i vrsti kamena, koji je izložen tim utjecajima. Postojanost pojedinih vrsta kamena veoma je različita, i zadatak je tehničke petrografije da utvrdi razloge veće ili manje otpornosti prema vanjskim utjecajima. Izlaganjem kamenih uzoraka utjecaju atmosferilija pokušavalo se desetljećima prikupiti korisna iskustva. No pokazalo se da taj način ispitivanja ne daje zadovoljavajuće rezultate, jer se mali uzorak drugačije ponaša nego kamen, koji je ugrađen i podleži specifičnim mijenama temperature i vlage građevine. Tehnička petrografija proširila je naša saznanja, pa je danas na primjer moguće odrediti unutar stanovitih granica dobre i škodljive sastojine kamena. Tako su pomno vršena ispitivanja dovela i do spoznaje, da je kamen sa velikim porama veoma otporan na mrazu, dok u kamenu sa najsitnijim, tako zvanim mikroporama smrzavanje prouzrokuje opasna razaranja. Kod takovih ispitivanja materijala velik je problem ispravno reproduciranje djelovanja stanovitih utjecaja kroz dulji vremenski period. Pokušalo se među inim reproducirati djelovanje mraza u kamenu kristaliziranjem soli iz otopina.

Mnogi zavodi za ispitivanje materijala širom cijelog svijeta bave se danas rješavanjem ovih problema. U principu je važno, da se nikad ne ispita izoliran kamen samo u laboratoriju, nego ga treba uvijek gledati kao sastavni dio čitave

građevine i razne pojave proučiti u praksi na cijelom objektu, pa tek na temelju toga utvrditi smjer laboratorijskih istraživanja.

Štete na kamenu uslijed požara

Donedavno bilo je relativno slabo poznato kako se na kamenu ispoljuje utjecaj vatre. Prošli svjetski rat, tokom kojega su stradali mnogi gradovi od ogromnih požara izazvanih bombardiranjem, pružio je mnoštvo materijala za studiranje otpornosti kamena prema vatri.

Studij tog materijala i laboratorijska istraživanja doveli su nas do novih spoznaja, pa i do korekcije nekih dosadanjih shvatanja. Rastezanje je minerala i kamenja u toplini, naravno, već odavno poznato. No ova fizikalna pojava praćena je kod nekih minerala i mineraloškim promjenama. Jedna od najvažnijih takovih promjena događa se kod kremena. Kod temperature od 573° C prelazi beta-kremen u alfa-kremen uz znatno povećanje volumena, što izaziva rasprsnuće kamena, koji sadrži mnogo kremena.



Sl. 10 — Ljuštenje kamena paralelno s površinom u katedrali u Beču

Kod požara je osudno naglo dizanje temperature, uslijed čega se kamen raskida. Ponašanje kamena u vrućini zavisi među inim o toplinskoj vodljivosti, specifičnoj toplini, pa i o toplinskoj tromosti. Ovo do sada malo poznato svojstvo ovisno je o veličini i obliku kamena, te o brzini kojom vrući plinovi struje po njegovoj površini.

Najvažnija pojava kod požara je izbacivanje iverja poput ljuštenja. Uslijed brzog i jednostranog zagrijavanja vanjski se dijelovi naglo rastežu. Zbog visokog modula elasticiteta većine kamenja povećava se naglo napetost između vruće površine i hladne unutrašnjosti i postaje veća od čvrstoće



Sl. 11 — Rebra svoda oštećena požarom u katedrali u Beču

kamena. Zbog toga će se vanjski dijelovi otkinuti na površinama kako to odgovara toku širenja topline, dakle obično paralelno s površinom (sl. 10). Istaknuti tanki dijelovi lakše se otkidaju (sl. 11). Kod dugih kamena (na pr. stupova i stepenica) ne otpadnu komadi po cijeloj duljini, nego kao pojedini »jastuci« (sl. 12).

Ponašanje kamena zavisi naravno i o njegovoj strukturi. Jako porozno kamenje je daleko otpornije od gustog. Ovo se iskustvo danas praktički koristi nastojanjem da se magnezitni kamen za unutarnje oblaganje industrijskih peći za talenje izradi što poroznije.



Sl. 12 — Školjkasti lom stepenica uslijed požara, Odeion u Ateni

Kod zagrijavanja dolazi i do kemijskih promjena kamena. Naročito napadno je poprimanje crvene boje nekih vrsta kamena, ali koje nije posljedica žarenja. Ono nastupa već kod temperature od 200—250° C, te je posljedica istjerivanja

vode iz željeznih spojeva. Kod grijanja do te temperature prelazi, naime, smeđi limonit u crveni hematit.

Važno je pitanje ponašanja vapnenaca u vatri. Prije se općenito mislilo da ziđe od vapnenca kod požara brzo propada, no praksa je pokazala da tome nije tako. Istina je, da se vapnenac kod 900° C pretvara u živo vapno (kalcijev oksid), no to važi samo za laboratorijske razmjere. U peći za pečenje vapna potrebna je temperatura od 1200—1300° C i to kroz dulje vrijeme kraj svestranog zagrijavanja. Kod normalnog požara niti su temperature tako visoke, a niti požar tako dugo ne traje. Predavač ni na jednom od mnoštva objekata, koje je pregledao, nije mogao ustanoviti da se i najmanja količina kamena pretvorila u vapno. Izuzetak čini slučaj kod kojeg je ustanovio da je na kamenim potpornim stupovima od vapnenca površina do dubine od nekoliko centimetara pretvorena u vapno, a da kod toga stabilnost građevine ipak nije bila ugrožena, jer se time ni izdaleka nije prešla granica sigurnosti. Taj slučaj se dogodio u jednom podrumu, koji je služio kao skladište neke gorive robe, u kojem je požar trajao nekoliko tjedana zbog nemogućnosti gašenja u jeku borbi, koje su se u blizini vodile. No zanimljiva je konstatacija, da je u opisanom slučaju ziđe od opeke više stradalo nego kamen.

U literaturi se općenito precjenjuje opseg razaranja od požara na kamenim zgradama. Bezbroj je na pr. sredovječnih crkava bilo oštećeno za vrijeme ratova s Turcima, no one nisu izgorjele do temelja niti razorene, nego su izgorjeli sagorivi djelovi, dok su konstrukcije bile doduše oštećene, ali su ostale nosive. Tako se isto u prošlom ratu pokazalo, da veće kamene zgrade od samog požara (t. j. one gdje nisu bombe i topovska zrna bila uzrokom razaranja) nisu bile uništene.

Primijenjena petrografija i geologija u službi historije umjetnosti i konzervatorskog rada

Mnoge velike srednjovjekovne građevine sastoje se iz dijelova nastalih u različitim vremenskim periodima, za koje ne postoje zapisi o tome kad su građeni. Historija umjetnosti se služi za datiranje stilskim karakteristikama. No tom metodom nije moguće točno utvrditi starost objekata bez specifičnih stilskih oznaka, na pr.: zidova bez ukrasa, temelja i sl. U takovom slučaju mogu tehnička ispitivanja dovesti do saznanja, na temelju kojih je onda moguće determinirati starost objekta. Predavač je tako uspio izgraditi pomoćnu znanost, koja veoma korisno poslužuje historiju umjetnosti. Ta metoda se sastoji od raznih međusobno nepovezanih istraživanja, no svi rezultati zajedno daju dragocjene podatke za točno datiranje pojedinih dijelova neke historijske građevine.

Već samo gradilište, oblik podzemnih grobnica, oblici zidanih upornjaka i sl. otkrivaju neke vremenske osebine građevine. Važno je odrediti podrijetlo građevnog kamena, jer je poznato da su graditelji raznih vremena upotrebljavali različite vrste kamena.

Naročito je karakterističan način obrade kamena. Tokom vremena mijenjao se alat za obrađivanje kamena, a dosljedno tome se promijenio i izgled obrađene površine. Također i način rezanja kamenih blokova, način slaganja kamena u ziđu, pa lični znakovi, koje su klesari urezivali u kamen, karakteristični su za pojedina vremenska razdoblja i po njima može stručnjak veoma točno odrediti starost objekta.

Sastavci, to jest mjesta na kojima graniče zidovi razne starosti, pokazuju gdje su vršene prigradnje.

Pažljivim proučavanjem i sastavljanjem rezultata svih ovih opažanja dolazi se do građevne analize, koja veoma točno prikazuje historijat pojedinih faza izgradnje. Ovom metodom uspjelo je ispraviti mnoga datiranja, za koja se ispostavilo da su pogrešna. Isto tako se ustanovilo, da su mnoge navodno gotske građevine zapravo kasnije kopije gotskog stila.

Na kraju treba još spomenuti, da određivanje podrijetla građevnog kamenja olakšava ispravnu restauraciju oštećenih historijskih spomenika.

M. G.

S naših gradilišta

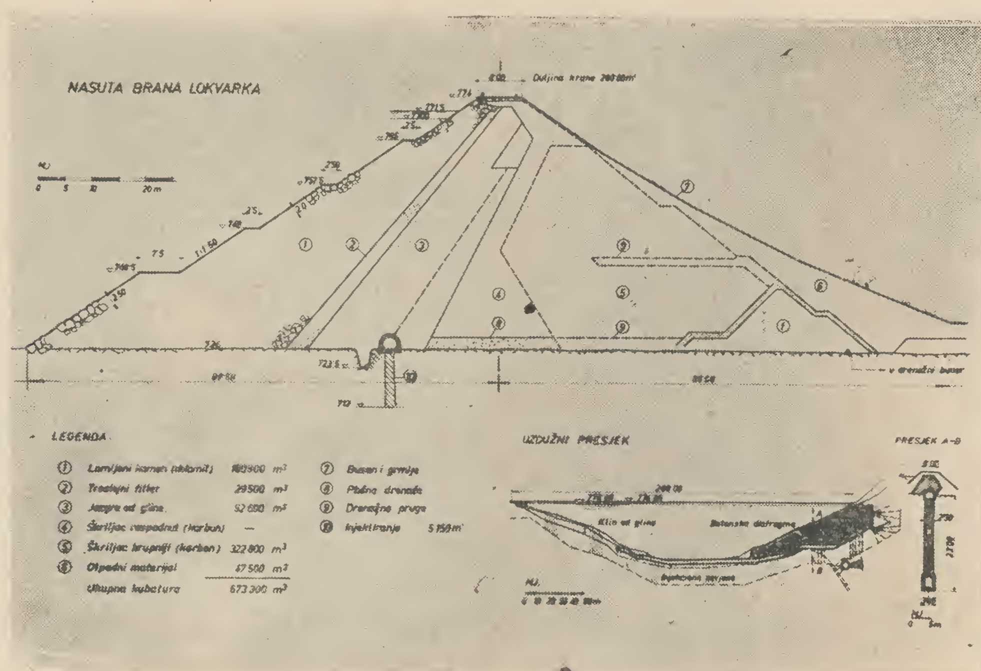
DOVRŠENA JE GRADNJA NASUTE BRANE LOKVARKA

Dne 25. septembra dovršeni su građevinski radovi na brani Lokvarka. Time je omogućeno iskorištenje cijelog akumulacionog jezera hidroelektrane »Nikola Tesla« u Triblju, koja će proizvoditi oko 200 GWh plemenite vršne energije. Tom prilikom održana je na gradilištu svečanost, na kojoj je govorio i predsjednik izvršnog vijeća NRH drug Jakov Blažević. O ovom objektu pisano je već u našem časopisu (E. Nonveiller: Projektiranje i građenje nasute brane Lokvarka, Građevinar 4/1953).

Brana je visoka 48 m od temelja do krune, njena zapremnina iznosi oko 670 000 m³. Sastoji se od uzvodnog nasipa od lomljenog kamena (dolomit), uzvodne kose jezgre od gline i nizvodnog nasipa od raspadnutih karbonskih škriljavaca.

Na nizvodnom dijelu temeljne plohe u nizvodnoj stopi i u samom nasipu od karbonskih škriljavaca postavljeni su drenažni slojevi, koji onemogućavaju stvaranje visokog podzemnog vodostaja u nizvodnom dijelu brane. Nepropusnost temelja osigurana je injektiranjem stijene, a u jače propusnom temelju na desnoj obali (rabeljski dolomit, raspucan) izveden je duboki betonski zid i ispod njega injekciona zavjesa.

U glinenoj jezgri ugrađeni su elektroakustični manometri za mjerenje tlaka vode u porama gline, pomoću kojih se može kontrolirati način strujanja vode kroz jezgru. Dosadašnja mjerenja pokazuju dobro slaganje s teoretskim pretpostavkama.



Slika 1 — Presjek



Slika 2 — Pogled s uzvodne strane

Građenje brane započeto je 1951 godine, a 1952 preuzela je organizacija Narodne Omladine Hrvatske ovo veliko gradilište. Sve do kraja gradnje sudjelovao je na gradnji veliki broj omladinaca s velikim uspjehom, a njihov rad spretno je usklađen s upotrebom savremene mehanizacije. Mora se istaknuti, da je i kvalitet izvođenja radova uvijek bio zadovoljavajući usprkos žurbi i nastojanju da se ugradnja materijala u branu ubrza.

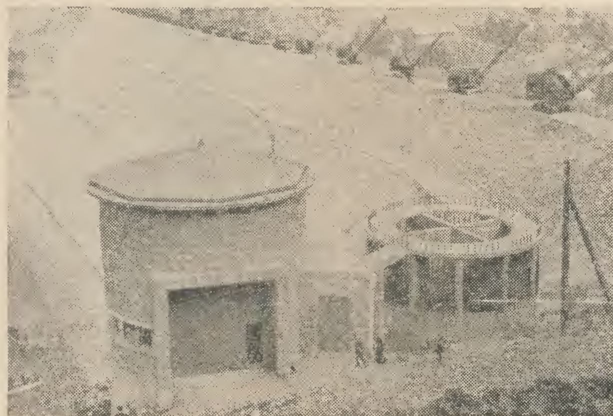
Gradnju je izvelo poduzeće »Hidroelektra«, koje je izgradilo i sve druge objekte na hidroelektrani »Nikola Tesla« (Vinodol). Rukovodioci gradnje bili su redom ing. Ante Novak, ing. Stanko Manestar i ing. Jaroslav Bouša. Projektiranje je započeto u »Hidroprojektu« Beograd, projekt je dovršen u »Elektroprojektu« Zagreb, projektant je ing. E. Nonveiller (sada »Geoistraživanja« Zagreb).

Nekoliko slika prikazuje ovaj veliki objekt, prvi svoje vrste u Hrvatskoj, u završnoj fazi građenja.

E. N.



Slika 3 — Pogled s nizvodne strane



Slika 4 — Zatvarač temeljnog ispusta i preljev za veliku vodu

Iz inozemnih časopisa

IZBOR PUMPE ZA NAVODNJAVANJE

(Le Génie Rural«, Pariz, januar 1955)

Prilikom izbora pumpe za navodnjavanje potrebno je striktno voditi računa o uslovima u kojima će se provoditi navodnjavanje. Najvažniji su ovi faktori:

— potreba u vodi, vrlo važna i promjenljiva veličina u sezoni s obzirom na maksimalnu potrebu navodnjavanja i dnevno trajanje rada;

— visina dizanja vode, određena položajem samog mjesta.

Ove karakteristike moraju rukovoditi korisnika prilikom izbora pumpe.

Postoje dvije kategorije pumpi: klipne s malom mogućnošću dizanja na veliku visinu i rotacione pumpe (centrifugalne pumpe ili pumpe s propelerom), sposobne općenito za velike protoke uz malu do srednju visinu dizanja.

Klipne pumpe možemo odmah isključiti kao nepraktične, jer se one samo rijetko mogu prilagoditi zahtjevima navodnjavanja. Izbor treba da se vrši između centrifugalnih i propelernih pumpi, vodeći pri tome računa o prednostima s obzirom na nejednoličnost pumpanja, konstantno korištenje i t. d. Izvjesna centrifugalna pumpa, koja funkcionira u unaprijed predviđenim okolnostima, ne može podignuti, nego određenu količinu vode na izvjesnu visinu i uz fiksirani učinak. Ispod i iznad ove točke, pumpa može raditi, ali s manjim učinkom, i moći će da podigne na istu visinu različitu količinu, bilo veću ili manju.

Ne ulazeći u tehničko detaljno izlaganje ovog problema, potrebno je ipak precizirati ovo: karakteristike pumpe treba da su takve, da ona po danim, unaprijed utvrđenim varijacijama pumpanja radi stalno u blizini maksimalnog učinka.

U tu svrhu sumarno se prikazuje na tri primjera primarna važnost učinka prilikom izbora pumpe. Pretpostavlja se kampanja navodnjavanja gdje je potrebno dizanje vode na visinu od 5 metara s količinom konstantnog protoka od 50 l/s kroz 1 500 sati od mjeseca maja do septembra. Pretpostavka je da se raspolaže električnom energijom niskog napona uz cijenu od 10 franaka po kWh.

Treba ispitati kakav će biti efekat za korisnika ako upotrebi tri različite pumpe s odgovarajućim učinkom: 80%, 60% i 40%.

1. Slučaj pumpe s učinkom od 80%. Potrebna snaga dizanja agregata motorne pumpe bit će 4,65 KS uz satni potrošak od 3,4 kWh. Ukupni trošak za struju za čitavu kampanju iznosio bi 51 000 franaka.

2. Slučaj pumpe s učinkom od 60%. Potrebna snaga dizanja agregata motorne pumpe bit će 6,20 KS ili 4,55 kW. Ukupni trošak struje kroz kampanju iznosio bi 68 000 franaka.

3. Slučaj pumpe s učinkom od 40%. U ovom slučaju naročito nepovoljnom, potrebna snaga dizanja penje se na 9,25 KS ili 6,80 kW. Ukupni trošak za struju iznosi 102 000 franaka.

Iz ovoga se vidi da za konačni isti rezultat, a prema izboru pumpe, korisnik može za kampanju navodnjavanja imati trošak za pogonsku energiju od jednostrukog do dvaput većeg.

Iz primjera se vidi da je razlika između dobre i loše pumpe izražena svotom od 50 000 franaka, za koju se svotu može izvršiti zamjena pokvarenih aparata u toku jedne sezone navodnjavanja.

Korisnik treba prema tome kod izbora pumpe da izričito naglasi konstrukteru ove podatke:

maksimalnu potrebnu protoku;
ukupno trajanje pumpanja;
geometrijsku visinu dizanja;
karakteristiku sistema navodnjavanja.

S ovim podacima, moći će se odabrati takav stroj, koji će raditi s učinkom blizim maksimumu.

Ing. B. Đ.

UPLIV MELIORACIJE DOLINE LINTHA NA NAGOMILAVANJE HRANIVIH ELEMENATA U CIRIŠKOM JEZERU

(»Wasser-und Energiewirtschaft«, br. 2/1955)

Činjenica, da oborinska voda brzo otječe s melioriranih površina, dok se dugo zadržava u močvarnim i zapuštenim predjelima, dala je povoda zaključku da se s melioriranih površina lako ispiru hraniva, koja se odnose tekućom vodom u more ili jezero kuda utječe dotična rijeka ili kanal.

Autor ovog članka E. A. von Thomas istraživao je koliki su gubici hraniva u dolini Linthe, koja je meliorirana na površini od 35 km² i području Glar-a s površinom od 49,5 km², od čega je meliorirano do sada 20 km², te predstavlja najveće meliorirano područje u Švicarskoj.

Kao baza istraživanja poslužila je činjenica da kod povišenog dotoka fosfornih i dušičnih spojeva u otpadnim vodama s melioriranog područja dolazi do povećane produkcije planktona, te se kao indikatori količine hraniva u otpadnim vodama mogu upotrebiti dušik i fosfor. Tako je kao mjerilo sadržaja dušika istraživan sadržaj nitrata, nitrita i amonijaka, a kao mjerilo sadržaja fosfora topivi fosfati.

Kako Ciriško jezero dobiva vodu iz Gornjeg jezera, a ovo opet iz jezera Walen, to su istraživanja ovdje započela. Voda ovog čistog, 145 m dubokog jezera sadrži u svim dubinama dovoljno kisika za uspijevanje riba, ali je nasuprot siromašno planktonom zbog toga što su fosfati u minimumu, te plankton može samo minimalno iskoristiti nađene nitrate. Iz jezera Walen voda otječe u Gornje jezero, te su ovdje istraživani duboki profili jezerskog mulja i kulture planktona. Rezultati su pokazali da su fosfati i ovdje u minimumu.

Kemizam ovih voda znatno se mijenja prilikom protjecanja kroz Ciriško jezero zbog dotoka otpadnih voda iz mnogobrojnih naselja uz jezero. To su bili prvi opći zaključci u vezi s istraživanjem sadržaja hraniva u vodi jezera. Da bi se provjerila hipoteza o lakom ispiranju hraniva s melioriranih površina, uzeto je s 15 različitih mjesta i u različita godišnja doba po 7 do 12 uzoraka vode za biološka, bakteriološka i kemijska istraživanja. Tako su uzeti uzorci s ušća Linthe i oba kanala s negnojenog močvarnog područja, kako bi se mogla povući paralela s otpadnim vodama s intenzivno obrađivanih površina.

Rezultati bioloških istraživanja ukazuju na prisustvo znatne količine željeznih organizama. Bakteriološka istraživanja pokazala su da postoje onečišćenja pojedinih kanala zbog kućne kanalizacije, koja utječe u njih. Kemijska istraživanja pokazala su da kalij igra sasvim nevažnu ulogu u otpadnim vodama. Osim toga utvrđeno je u području Linthe neznatno ispiranje hranivih elemenata. Ne stoji, dakle, hipoteza da se iz melioriranih površina lakše ispiru hraniva, nego iz nemelioriranih. Kao ilustraciju za ovu tvrdnju autor daje tabelu sa količinama hraniva dušika i fosfora iz melioriranog područja Linthe, nemelioriranih područja, te otpadnih voda industrijskih postrojenja.

Ispiranje dušika i fosfora

u drenažnom sistemu Gornjeg jezera i Ciriškog jezera u tonama i % kroz godinu

Dotječe u jezero:	N		P (kao PO_4)		P (kao pepeo)	
	t	%	t	%	t	%
iz Linthe	527	22,4	10,9	16,7	20,0	16,9
iz lijevog kanala	93	3,9	1,1	1,7	2,4	2,0
iz desnog kanala	106	4,5	1,8	2,8	3,5	3,0
iz lijevog potoka	539	22,9	7,2	11,1	14,5	12,3
iz desnog potoka	511	21,7	6,9	10,6	13,8	11,7
industrijske otpadne vode	564	23,9	36,0	55,3	62,5	52,8
iz melioriranog područja	7	0,3	0,007	0,01	0,009	0,007

Ing. B. Đ.

Iz društva građevinskih inženjera i tehničara N R Hrvatske

VI GODIŠNJA SKUPŠTINA JUGOSLAVENSKOG DRUŠTVA ZA MEHANIKU TLA I FUNDIRANJE

Dubrovnik 10—13 X 1955

Jugoslavensko društvo za mehaniku tla i fundiranje osnovano je 1950 godine kao sekcija Međunarodnog društva za mehaniku tla i tehniku fundiranja, čije sjedište je u Londonu. Društvo je član Saveza društava građevinskih inženjera i tehničara FNRJ. Oko 100 inženjera i tehničara koji se aktivno bave problemima mehanike tla i fundiranja članovi su društva.

Kao svake, tako je i ove godine prije godišnje skupštine održan stručni kongres. Izneseno je 28 referata i anotacija, u kojima su članovi prikazali rezultate svog rada na aktuelnim problemima. Ove godine sudjelovali su na konferenciji i gosti iz inozemstva: dr. De Beer, direktor belgijskog geotehničkog instituta, ing. Talobre, šef odjela za studije Electricité de France i ing. Van der Veen, šef gradske geotehničke službe u Amsterdamu. Dr. W. Kjellman, direktor švedskog geotehničkog instituta, koji je također trebao doći, nenadano je umro prije polaska u Jugoslaviju.

Obrađeni su ovi problemi:

Osobine tla za fundiranje (Jovanović, Jeftimijades), problemi sondiranja (Eiler), dimenzioniranje temeljnih traka (Krsmanović) i raspodjela naprezanja u tlu (Turk, Šuklje), poduhvatanje gotovih temelja pomoću pilota (Strmac), proračunavanje šipova i zagata (Kostić, Vesić), istraživanje i sanacija klizišta (Grimšičar, Šuklje, Krsmanović, Nonveiller, Ladanji), stabilnost kosina kanala DTD (Šuklje, Stevanović), pojava anizotropije stijena na temeelju brojnih mjerenja u tunelima (Kujundžić), mjerenja pomoću elektroakustičnih instrumenata u brani Lokvarka (Nonveiller), problemi injektiranja tla (Nonveiller), novi koeficijent tla (Vučetić).

Iz ovog letimičnog pregleda se vidi, da su obrađeni vrlo aktuelni problemi iz svakidašnje prakse, s kojom su članovi društva usko povezani.

Na ovom kongresu održali su i inozemni gosti interesantna predavanja. De Beer je govorio o komparaciji mjerenog slijeganja na nizu mostova s predskazivanjima na temelju rezultata penetracionog sondiranja. Kjellman je bio priredio predavanje o uvjetima stabilnosti filtera, koje je u prijevodu pročitano. Talobre je govorio o naprezanju injekcione zavjese u popustljivom tlu pod težinom brane, a Van der Veen je prikazao električne instrumente za mjerenje otpora kod penetracionog sondiranja.

Ovdje ćemo sasvim kratko prikazati samo neke od najzanimljivijih referata. Tu je referat o anizotropiji stjenovitih brdskih masiva (Kujundžić), koji obrađuje opsežni materijal specijalnih mjerenja izvršenih u raznim tunelima za hidroelektrane u Jugoslaviji i nekih mjerenja u inozemstvu, ustanovljuje da su masivi anizotropni i da pokazuju čudnu zakonitu nepravilnost, koja se ne može objasniti samo uslojenošću stijene. Mjerenja svakako pokazuju, da proračuni obloge tunela uz pretpostavku izotropne stijene ne mogu reproducirati stvarna naprezanja obloge. U vrijeme kada se tunelski dovodi za hidroelektrane grade u velikim duljinama može daljnji studij ovih pojava biti od velike važnosti.

Neke studije velikih klizanja koja su se kod nas pojavila pokazuju, da se mogu izbjeći znatne štete, ako se prije građenja velikih objekata provedu detaljne geološke i geomehaničke studije i objekti projektiraju uzimajući u obzir rezultate tih studija, naročito kada postoji mogućnost, da se izbjegnu nepovoljni tereni (referat Krsmanovića).

Vesić je iznio uspjela razmatranja o raspodjeli opterećivanja šipova ispod temelja, kombinirajući metode teorije elastičnosti s geomehaničkim koeficijentima tla.

Šuklje-Stevanovićev referat daje pregled metoda terenskih pokusa u velikom mjerilu za ispitivanje pokosa kanala Dunav—Tisa—Dunav, koji daju podatke za dimenzioniranje i oblikovanje stabilnosti pokosa. Povodom dovršenja gradnje brane Lokvarka dao je Nonveiller rezultate mjerenja pritisaka vode u porama glinene jezgre pomoću ugrađenih elektroakustičnih manometara. Ovo su prva mjerenja ove vrste na branama u Jugoslaviji. Dosadašnji rezultati dobro se slažu s teoretskim predviđanjima.

U jednoj velikoj tvorničkoj hali slegao se je jedan stup, koji je bio temeljen na mekoj ispuni neke zatrpane jame. Strmac je prikazao metodu poduhvatanja pomoću stupova bušenih i ispunjenih betonom na mjestu.

Tokom šire diskusije opširno su izmijenjena mišljenja o iznesenim problemima i rezultatima koje su referenti prikazali.

Može se slobodno reći, da široki krug stručnjaka pokazuje veliko zanimanje za kongrese Jugoslavenskog Društva za mehaniku tla i fundiranje, kako onih koji su se specijalizirali za tu granu nauke, tako i onih koji primjenjuju njezine rezultate za projektiranje i građenje velikih objekata. Preko 100 učesnika rječito to dokazuje. Tematika i kvalitet referata dokazuju, da na tom polju ne zaostajemo za drugim zemljama, koje imaju dulju tradiciju i veće mogućnosti naučnog rada.

Poslije kongresa održana je godišnja skupština, na kojoj su date smjernice novom odboru za korake koje treba poduzeti za dopunu PTP za fundiranje i za osnivanje geotehničkog katastra. Izabran je i novi Upravni odbor s predsjednikom E. Nonveiller (Zagreb), sekretarom D. Krsmanovićem (Sarajevo) i odbornicima Filipović, Rajčević (Beograd), Žernovski (Skopje), Sovinc i Janežić (Ljubljana), Jovanović (Sarajevo) i Ladanji (Zagreb).

E. N.

Bibliografija

Linsley Ray K. i Franzini Joseph B.: »Elements of Hydraulic Engineering« (Elementi hidrauličke tehnike) — izdavač: Mc-Graw-Hill Co., 596 str., New York 1955. 6 dol.

Ovo djelo namijenjeno je studentima i inženjerima koji se bave proučavanjem i korištenjem prirodnih voda. Ovo je podijeljeno u tri dijela.

Prvi dio tretira opća pitanja iz hidraulike kao i pravne obaveze u vezi s hidrauličkim radovima. Drugi dio obrađuje vodograđevine, rezervoare, brane, akvadukte, nasipe, hidrauličke mašine i ekonomičnost projektiranja hidrauličkih instalacija. Treći dio bavi se specijalnom primjenom različitih grana hidraulike: natapanje, raspodjela i čišćenje vode, iskorištavanje snage vode u hidroelektričnim postrojenjima, riječna plovidba, drenaža, kanalizacija, obrana od poplave i t. d.

Ing. B. Đ.

Vlasnik i izdavač: Društvo građevinskih inženjera i tehničara Hrvatske. Glavni urednik: Ing. F. Simić. — Tisak: »Tipografija« grafičko-nakladni zavod, Zagreb.

S A D R Ž A J

(abecednim redom autora)

Prva brojka označuje broj »Građevinara«, a druga stranicu

ČLANCI

STRUČNA PREDAVANJA

S NAŠIH GRADILIŠTA

IZ PRIVREDE

IZ INOZEMNIH ČASOPISA

BIBLIOGRAFIJA

IZ DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA NR HRVATSKE